

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

INGENIERÍA SUPERIOR INDUSTRIAL

Estudio sobre los gestores de cargas para vehículos
eléctricos

AUTOR: Víctor Guerrero Torres

DIRECTOR: Consuelo Gómez Pulido

TUTOR: Esteban Domínguez

Leganés, 23 de Septiembre de 2012



Índice de contenidos

1	Resumen	11
2	Summary.....	12
3	Introducción.....	13
4	Panorama General.....	14
4.1	Historia.....	14
4.2	Situación actual en España.....	15
4.2.1	Plan Movele.....	15
4.2.2	Medidas Plan Movele	16
4.2.3	Previsiones y ventas	18
4.3	Principales modelos y características	19
5	Aspectos Técnicos de un Punto de Recarga	21
5.1	Modos de Carga	21
5.1.1	Modo 1.....	21
5.1.2	Modo 2.....	22
5.1.3	Modo 3.....	23
5.1.4	Modo 4.....	23
5.2	Tipos de conectores	24
5.2.1	Tipo 1 - SAE J1772-2009.....	24
5.2.2	Tipo 2 - VDE-AR-E 2623-2-2.....	24
5.2.3	Tipo 3 - EV Plug Alliance	25
5.2.4	CHAdEMO	25

5.3	Fuentes de Energía Alternativas	26
5.3.1	Solar.....	26
5.3.2	Eólica.....	27
5.3.3	Freno Regenerativo de Trenes.....	28
5.4	Métodos de Carga Alternativos	29
5.4.1	Battery Swapping (intercambio de baterías)	29
5.4.2	Recarga Inalámbrica.....	30
5.5	Concepto Vehicle-to-Grid.....	31
6	Arquitectura de un gestor de carga.....	34
6.1	Arquitectura	34
6.2	Procesos asociados al sistema de carga	37
6.2.1	Alta del Usuario.....	37
6.2.2	Identificación del usuario	38
6.2.3	Recarga Eléctrica.....	41
6.2.4	Monitorización de la red.....	43
6.2.5	Gestión de incidencias	44
6.2.6	Atención al cliente	44
7	Legislación Vigente.....	47
7.1	Real Decreto Ley en 2010	47
7.2	Real Decreto-Ley 2011	49
7.2.1	Concepto.....	49
7.2.2	Comunicación de Actividad	49

7.2.3	Derechos	50
7.2.4	Obligaciones	51
7.2.5	Requisitos	51
7.2.6	Inspección y Seguimiento.....	52
7.3	Modificación Ley de Propiedad Horizontal.....	53
7.4	Tarifa super valle	53
8	Gestores de Carga registrados	55
8.1	Ibil.....	55
8.2	Iberdrola.....	57
8.3	Gas Natural FENOSA.....	58
8.4	E.ON	59
8.5	ENDESA.....	59
8.6	SOL ARDILA S.L.	59
8.7	Recarga gratuita	60
9	Situación en otros países	61
9.1	Estados Unidos	61
9.2	Japón	62
9.3	UK.....	63
9.4	Francia	64
9.5	Alemania.....	64
9.6	Situación de España	65
10	Conclusiones.....	67

10.1	Curva de demanda eléctrica.	67
10.2	Rentabilidad de la tarifa supervalle	69
10.3	Localización de puntos de recarga	71
10.4	Estandarización	73
10.5	Seguro del vehículo	75
10.6	Mejoras en Puntos de Recarga Públicos	76
10.7	Perspectiva de futuro	78
11	Abreviaturas.....	81
12	Bibliografía.....	82

Índice de tablas

Tabla 1: Ayudas económicas por la adquisición de un vehículo eléctrico.....	16
Tabla 2: Características principales modelos	20
Tabla 3: Ventajas e Inconvenientes de tecnologías de acceso.....	38
Tabla 4: Evolución puntos de recarga en EEUU	61
Tabla 5: comparativa países(elaboración propia).....	65
Tabla 6: Comaparativa de precios de recarga según tarifa eléctrica	70

Índice de figuras

Figura 1: Previsión Vehículos Eléctricos	19
Figura 2: Previsión Puntos de Recarga.....	19
Figura 3: Logotipo Movele.....	16
Figura 4: Distintivo SER Madrid.....	17
Figura 5: Proyecto Surtidor	18
Figura 6: Modo 1 de carga.....	21
Figura 7: Modo 2 de carga.....	22
Figura 8: Cable inteligente	22
Figura 9: Modo 3 de carga.....	23
Figura 10: Modo 4 de carga.....	23
Figura 11: conector tipo 1.....	24
Figura 12: conector tipo 2.....	25
Figura 13: conector tipo 3.....	25
Figura 14: conector CHAdeMO	26
Figura 15: Punto de recarga solar	27
Figura 16: Punto de recarga eólico en Barcelona	28
Figura 17: Prototipo punto de recarga por freno regenerativo de tren	29
Figura 18: Sistema de intercambio automático de baterías	30
Figura 19: Punto de Recarga Inalámbrico	31
Figura 20: Esquema conceptual vehicle-to-grid.....	32
Figura 21: Aplanamiento de la curva de demanda por un sistema V2G	32

Figura 22: Propuesta IDEA de gestor de carga completo	36
Figura 23: Tarjeta de acceso RFID.....	40
Figura 24: Propuesta de codificación	41
Figura 25: Propuesta de inicio de recarga	41
Figura 26: Propuesta proceso de recarga.....	42
Figura 27: propuesta de cancelación de recarga.....	42
Figura 28: Punto de recarga en Londres equipado con LED luminoso de estado.....	44
Figura 29: Centro de control de Ibil	45
Figura 30: Modelo de comunicación de inicio de actividad del gestor de cargas del sistema eléctrico	50
Figura 31: Requisitos del Gestor de Carga.....	52
Figura 32: Inspección y seguimiento del Gestor de Carga.....	52
Figura 33: Horario de tarifas vigentes	54
Figura 34: Precio de la electricidad según tarifa	54
Figura 35: Logotipo IBIL	55
Figura 36: Localización puntos de recarga de IBIL	56
Figura 37: Punto de recarga de Iberdrola	57
Figura 38: Logotipo Plan Iberdrola en Valladolid y Palencia.....	58
Figura 39: Logotipo Mobega.....	58
Figura 40: logotipo gestor de carga de E-on.....	59
Figura 41: localización actual de los puntos de recarga en EEUU.....	62
Figura 42: Mapa interactivo con los puntos de recarga en UK	63

Figura 43: Aplanamiento de la Curva de Demanda mediante recargas en hora valle....	67
Figura 44: Empeoramiento de la Curva de Demanda por recarga en horas pico	68
Figura 45: Distribución de los Puntos de Recarga en España	71
Figura 46: Propuesta de distribución de Puntos de Recarga Rápida para posibilitar el desplazamiento en vehículo eléctrico entre capitales de provincia	72
Figura 47: Empresas participantes del proyecto EV Ready	74
Figura 48: Tarifa Mapfre para vehículos de baja emisión.....	75
Figura 49: Comaparativa de tarifas eléctricas por hora.....	69
Figura 50: Ejemplo de distintivos en Puntos de Recarga en UK.....	77
Figura 51: Parámetros mostrados e cada punto de recarga del Reino Unido	78
Figura 52: Evolución del precio del kWh en España y zona Euro	79
Figura 53: Evolución del precio de los carburantes en España	80

1 Resumen

Los vehículos eléctricos irrumpirán de lleno en el mercado para dar solución a la dependencia del petróleo y la emisión de gases de efecto invernadero. Potenciar la integración de este tipo de vehículos es además muy conveniente en términos económicos para España, un país que depende totalmente del petróleo, pero que al mismo tiempo tiene un saldo positivo de exportaciones de energía eléctrica. Con este espíritu nació en 2010 un plan de acción de impulso al desarrollo la movilidad eléctrica en este país.

Por otro lado, las baterías de última generación proporcionan la potencia y autonomía necesarias para que la movilidad eléctrica sea viable hoy en día. Sin embargo, el modo de recargar estas baterías se convierte en una cuestión vital para la implantación de esta tecnología. De esta manera aparece el concepto del gestor de cargas desarrollado en este trabajo.

2 Summary

Electric vehicles will fully break into the market to solve the petroleum dependence and the emission of greenhouse gases. The promotion of this kind of vehicles is also very convenient in economic terms for Spain which totally depends on oil, but at the same time, has a positive balance of exports of electricity. With this aim, a specific plan to develop the electric mobility was born in this country in 2010.

The next-generation batteries provide power and autonomy enough to result viable. However, these batteries recharge turns out as a critical issue for the future of this technology. In this scenario appears the concept of the charging management.

3 Introducción

El propósito de este proyecto consiste en estudiar tanto la tecnología como la normativa actual relacionada con los gestores de carga. Se recogerán también los principales proyectos e iniciativas en curso pero siempre con un enfoque realista situado entre el presente y el futuro a corto plazo.

El proyecto está estructurado de la siguiente manera. Se comenzará desarrollando una noción general del estado de la movilidad eléctrica y del plan para su impulso en España. Se explicarán a continuación los principales métodos de carga para continuar estableciendo la diferencia conceptual entre punto de recarga y gestor de cargas. Una vez aclarado esto, se procederá a describir la normativa actual referente a esta actividad, incluyendo además un listado de los gestores de carga que actualmente existen en España. Para acabar se comparará la situación de España con la del resto de países.

Al final del estudio deberán haber quedado claros los siguientes puntos:

1. Qué posibilidades de recarga ofrece el mercado actual a un potencial usuario de un vehículo eléctrico así como las principales líneas de investigación y desarrollo de esta tecnología.
2. El marco legal en el que se desarrolla la actividad del gestor de cargas
3. Cuáles son las principales barreras para el desarrollo de este tipo de servicio, para cada una de las cuales se tratará de dar alternativas y soluciones para la superación de la misma

4 Panorama General

En este capítulo se dará una visión del estado del arte actual en relación al vehículo eléctrico, sin profundizar aun en el concepto del gestor de cargas. Esta introducción servirá para entender al vehículo eléctrico en la actualidad y en España así como poder comprender el resto del estudio.

4.1 Historia

A finales del siglo XIX y principios del XX el vehículo eléctrico era más popular que el de gasolina (y vapor). Sin embargo, el dilema del coche eléctrico siempre ha sido el mismo: su limitada autonomía comparada con la del motor de combustión. Con la llegada de las carreteras, la gente quería llegar más lejos de lo que la batería les permitía, por lo que el coche eléctrico dejó de usarse. Hoy, los nuevos coches eléctricos se enfrentan a un reto similar ya que aunque su eficiencia está ampliamente reconocida, su alcance limitado constituye su principal problema.

Entre 1832 y 1839 Robert Anderson inventó el primer carruaje de tracción eléctrica, con pila de energía no recargable. Poco después se patentó la línea electrificada, pero eso no valía para coches, solo para trolebuses o trenes. Las primeras baterías recargables aparecieron antes de 1880 y ahí comenzó realmente el auge del vehículo eléctrico.

La compañía de coches eléctricos (Electric Vehicle Co.) introdujo los taxis eléctricos en Nueva York en 1896 [1]. En 1899 la ciudad tenía más de 60 de ellos. Estos coches estaban pensados para solucionar los problemas de residuos que causaban los carruajes de tracción animal. Los consumidores acabaron comprando sus propios vehículos, precisamente por lo fáciles que eran de usar. El coche eléctrico se ponía en marcha más rápido que el de vapor, y era más limpio que el de gasolina. Edison fue un punto muy importante en el mercado de las baterías, y su batería de níquel y acero sustituyó a la de plomo, aumentando la autonomía de los vehículos de 104 a 160 kilómetros. Pero la ansiedad por la autonomía seguía siendo un problema.

La caída del vehículo eléctrico empezó cuando Henry Ford introdujo el Model T en 1908 por 850\$ (635€ actuales). En comparación, Anderson Electric, uno de los fabricantes de coches eléctricos más populares, vendía sus coches por unos 2000\$ (1500€ actuales). Con las carreteras más desarrolladas, los conductores querían ir más lejos de lo que sus baterías les permitían. Muchas granjas rurales proveían jarras de gasolina barata recién sacada de los campos de petróleo en Texas, pero pocas tenían electricidad. Y la invención del arranque eléctrico significó que la gente se viera menos involucrada en el sucio y problemático trabajo de arrancar un motor de combustión interna. A finales de los años 20, el coche eléctrico prácticamente había desaparecido del mercado.

A partir de entonces comienza una etapa de desaparición absoluta hasta llegar a los años 60-70 en los que empiezan a aparecer algunos modelos en el sector industrial, el carrito de golf eléctrico y pequeños coches urbanos.

Es a partir de los años 90 cuando se retoma realmente el desarrollo del vehículo eléctrico, concretamente en California, estado más contaminado de EEUU. Las iniciativas fueron bastante tímidas, pero con el desarrollo de las baterías de litio y el encarecimiento del petróleo se ha llegado a la primera década del siglo XXI a un escenario en el que si bien el coche eléctrico no es comparable aun al combustible, empieza a tener una presencia importante y una buena perspectiva a medio plazo.

4.2 Situación actual en España

España solamente produce el 0,17% del petróleo y gas que consume, lo que en el año 2010 supuso la salida de 58.000 millones de euros del país. En el mismo ejercicio, las exportaciones de energía eléctrica a países vecinos superaron los 8.300 Gwh según datos de Red Eléctrica de España [37]. Dado que la electricidad es notablemente más barata que el petróleo, la popularización del coche eléctrico supondría un enorme ahorro para las cuentas del país. De esta forma y bajo este espíritu fue desarrollado el plan MOVELE.

4.2.1 Plan Movele

El Plan MOVELE, nombre del Plan de Acción 2010-2012, se enmarca dentro de la Estrategia Integral de Impulso al Vehículo Eléctrico en España 2010-2014. Este Plan está compuesto por una serie de medidas a implementar durante los próximos años para incentivar de manera decisiva la introducción del vehículo eléctrico. El objetivo es alcanzar los 250.000 vehículos eléctricos en 2014. Estas medidas se encuadran dentro de los cuatro ejes básicos [**Error! Reference source not found.**] definidos por la Estrategia:

- Fomento de la demanda. Acciones para impulsar las flotas públicas y privadas, ayudas a la compra de particulares y programa de ventajas urbanas para los usuarios de vehículos eléctricos.
- Industrialización e I+D+i. Articulación de programas de fomento del desarrollo e industrialización de los vehículos eléctricos en España, sus componentes y equipos de entorno y programa de I+D+i.
- Fomento de la infraestructura de recargas y gestión de la demanda. Programa de despliegue de la infraestructura de recarga y medidas de apoyo al vehículo eléctrico y de carga en horas valle.

- Programas transversales. Acciones de comunicación y marketing estratégico, aspectos regulatorios, normativos y de supresión de barreras legales, formación profesional específica y especializada.



Figura 1: Logotipo Moveleb

4.2.2 Medidas Plan Movele

Este Plan consta con quince medidas [14] que giran en torno a los cuatro ejes descritos anteriormente. A continuación se describirán brevemente cada una de ellas y su estado en la actualidad:

- **Subvención a la adquisición del vehículo:** las diferentes ayudas están reflejadas en la siguiente tabla:

Tabla 1: Ayudas económicas por la adquisición de un vehículo eléctrico [14]

	15 - 40 km	41 – 90 km	Más de 90 km
Vehículos Particulares (Grupo 1)	2000 euros	4000 euros	6000 euros
Microbuses (Grupo 2)	15000 euros si la autonomía es mayor a 60 km		
Autobuses (Grupo 3)	30000 euros si la autonomía es mayor a 60 km		

- **Identificación de la demanda de flotas urbanas.** Se elaborará un mapa de flotas públicas y privadas susceptibles de renovarse mediante vehículos eléctricos. En varias ciudades como Valladolid, Lleida o Castellón se han incorporado (o está previsto incorporarlo) varios vehículos eléctricos a la flota municipal. El 16 de Junio de 2011 se firmó un convenio entre el IDAE y a AEGFA (Asociación Española de Gestores de Flotas de Automóviles) para la promoción del vehículo eléctrico en las flotas españolas [[3]].

- **Tarifa de acceso supervalle.** Consiste en una tarifa destinada a promover la carga en horario nocturno con ciertas ventajas. Por su relación con los gestores de carga es un punto desarrollado a lo largo de todo el trabajo.
- **Arquitectura legal de los servicios de recarga.** Básicamente este punto es desarrollado a lo largo de todo el proyecto tanto desde el punto de vista técnico como legal.
- **Diseño de ventajas urbanas para el vehículo eléctrico.** Fue elaborada una guía [4] donde se recogen una serie de ventajas que incentivan el uso de estos vehículos. El documento se titula “Guía para la promoción del vehículo eléctrico en las ciudades”. En él aparecen ventajas a nivel municipal de los vehículos eléctricos como por ejemplo el distintivo “Vehículo Cero Emisiones” en Madrid. Este distintivo permite al vehículo estacionar en las plazas verdes y azules del área SER sin limitación temporal.



Figura 2: Distintivo SER Madrid

La comunidad de Madrid además ofrece el 75 % de descuento en el IVTM de por vida para vehículos eléctricos puros e híbridos enchufables.

- **Apoyo a la industrialización y la I+D+i.** Dentro del apoyo a los sectores estratégicos industriales y a la reindustrialización se priorizan los planes empresariales que tengan como objeto el vehículo eléctrico.
- **Apoyo a tecnologías de comunicación entre la red eléctrica y el vehículo.** Consiste en iniciativas de I+D+i para la gestión inteligente entre el vehículo y la red eléctrica. Por el momento, el proyecto “Surtidor” pretende ser un paso en este sentido, mediante la interconexión de la red eléctrica, una serie de baterías, un punto de recarga rápido y el vehículo eléctrico. En función de la demanda de la red, las baterías actuarán como generadores de energía o como consumidores de la misma[5].



Figura 3: Proyecto Surtidor[5]

- **Líneas prioritarias de I+D+i para vehículos eléctricos.** Esta iniciativa pretende identificar y analizar las tecnologías claves y su difusión en los ámbitos empresariales y de investigación, así como su potenciación.
- **Implicación de las empresas eléctricas.** Consiste en articular medidas de apoyo a la introducción del vehículo eléctrico de forma consensuada con las compañías del sector eléctrico. Existen varios proyectos en marcha hoy en día, por ejemplo Iberdrola ayuda con los trámites y financiación a la hora de adquirir un vehículo eléctrico.
- **Marketing estratégico y comunicación institucional.** Consiste en diferentes estrategias para la penetración del vehículo eléctrico en la sociedad.
- **Homologación y normalización del vehículo y sus componentes.** Se trata de un aspecto clave y que actualmente supone una de las mayores barreras. En lo relativo a los gestores de carga, un análisis sobre esta estandarización es recogido en el apartado 10.4.
- **Formación académica y profesional específica.** De momento se ha incorporado al temario de los módulos de la rama de Automoción nociones sobre los vehículos eléctricos aunque está previsto titulaciones específicas a este respecto.

4.2.3 Previsiones y ventas

A pesar de esta iniciativa, resulta contradictorio las previsiones de venta del gobierno y fabricantes frente a la realidad del mercado global, que ha demostrado ampliamente seguir decantándose por las mecánicas clásicas (diésel y gasolina), o como mucho por mecánicas híbridas frente a los eléctricos puros.

Las siguientes figuras muestran las previsiones del Gobierno de España. Como puede observarse en la figura 1 el Gobierno esperaba en 2012 alcanzar las 72.000 unidades de vehículos eléctricos [14]. A fecha de 1 de Septiembre de 2012 el número de vehículos eléctricos es de 1755 [39]. No obstante, en cuanto a puntos de recargas las previsiones no han estado tan desacertadas aunque claramente inferiores. En la figura 2 se muestran

las previsiones en cuanto a puntos de recarga eléctrica. El número de puntos de recarga en la vía pública para 2012 estaba previsto en 3380 [14] cuando a 1 de Septiembre de 2012 existen 771 puntos de recarga en España [27].

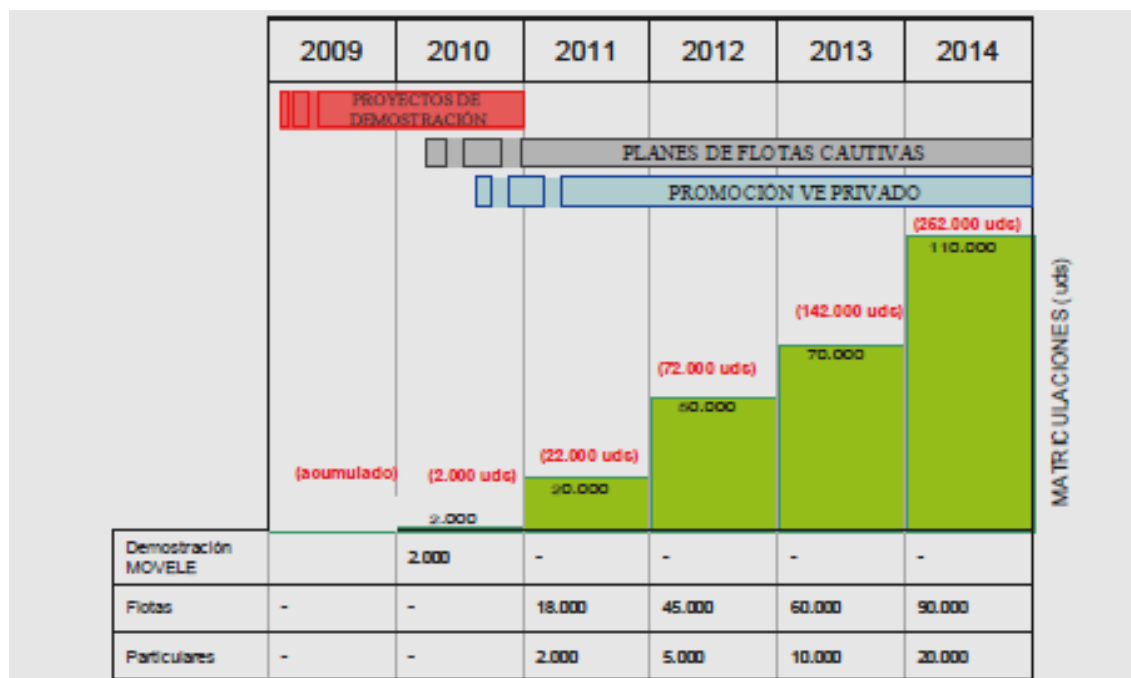


Figura 4: Previsión Vehículos Eléctricos [14]

			2009	2010	2011	2012	2013	2014
CARGA NORMAL	20% Particulares 0% Flotas	Centros comerciales	-	150	500	1.500	3.000	7.000
		Aparcamientos públicos	-					
		Aparcamientos empresas	-					
		Acumulado	-	150	650	2.150	5.150	12.150
CARGA NORMAL	10% Particulares 0% Flotas	Vía pública	-	100	350	750	1.500	3.600
		Acumulado	-	100	450	1.200	2.700	6.200
CARGA RÁPIDA	1 punto de carga de rápida por 400 particulares		-	-	10	20	40	90
		Acumulado	-	-	10	30	70	160

Figura 5: Previsión Puntos de Recarga [14]

4.3 Principales modelos y características

Aunque el análisis de los vehículos eléctricos no es el principal objetivo del presente estudio, la siguiente tabla muestra las características básicas de algunos modelos comercializados actualmente. Los datos fueron recogidos de la descripción de cada

fabricante. Esto servirá de aquí en adelante para considerar una serie de datos concretos y tener un punto de vista realista de en qué situación se encuentra esta tecnología.

Tabla 2: Características principales modelos (elaboración propia)

Modelo	Batería (kwh)	Autonomía (km)	Tiempo Recarga a 220 V (horas)
Nissan Leaf	24	160	8
Ford Focus EV	23	120	7
Smart Fortwo ED	16,5	136	3,5
Tesla Roadster	56	350	10
Mitsubishi iMiEV	16	130	7

5 Aspectos Técnicos de un Punto de Recarga

Tal y como se explicará posteriormente, el punto de recarga es la parte principal del gestor de carga ya que a través de él se transfiere energía eléctrica al vehículo. Existen en la actualidad diferentes modos de cargar un vehículo eléctrico así como diferentes tipos de conectores y tecnologías que limitan y condicionan la estandarización de la carga. En este capítulo se explicarán diferentes características técnicas relacionadas con los puntos de recarga.

5.1 Modos de Carga

La norma IEC 61851 [6] define hasta 4 modos de carga de vehículos eléctricos. Estos modos dependen básicamente del tipo de conexión entre la toma eléctrica y la batería del vehículo.

5.1.1 Modo 1

Se trata de una toma estándar de uso no exclusivo para la recarga de vehículos eléctricos. Para realizar la conexión del vehículo a la red se necesita simplemente un cable con dos conectores, uno enchufado a la red y otro al vehículo. Es aconsejable para bicicletas y motos eléctricas ya que está homologado hasta 16A durante un máximo dos horas. Sin embargo, para cargar un vehículo eléctrico en este modo se necesitan ocho horas y se corre el riesgo de que se funda el enchufe. Este modo no tiene protección y en algunos países, como EE.UU, está prohibido.

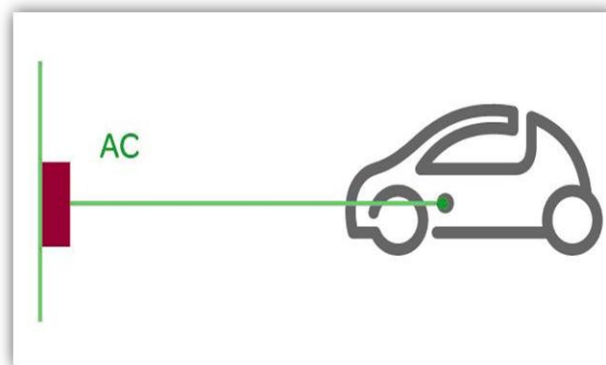


Figura 6: Modo 1 de carga

Los coches eléctricos incluyen normalmente un cable inteligente con el que cargarlos. Esto es lo que se llamaría modo 2.

5.1.2 Modo 2

Supone un avance respecto al Modo 1. La recarga es llevada a cabo mediante un cable que incorpora, entre el vehículo eléctrico y la clavija de conexión a la toma de suministro, una caja (circuito piloto de control, en azul en la figura) con protecciones que permite:

- La verificación de conexión correcta del vehículo a la red
- La comprobación continua de la integridad del conductor de tierra
- La activación/desactivación sistema
- La selección de la velocidad de carga



Figura 7: Modo 2 de carga

La conexión del Vehículo Eléctrico a la red se realiza a través de tomas de corriente monofásicas o trifásicas normalizadas. Las tomas empleadas no tienen por qué ser de uso exclusivo para la recarga de vehículo eléctrico, de hecho en general son tomas corrientes con un conector Shuko (toma habitual de los hogares). En la siguiente figura puede apreciarse un cable de este tipo para un vehículo de Renault.



Figura 8: Cable inteligente

5.1.3 Modo 3

La conexión del Vehículo Eléctrico a la red de Corriente Alterna se realiza mediante equipamiento dedicado en exclusiva a la recarga del vehículo eléctrico. El modo de carga 3 exige el uso de un “circuito piloto de control” con las mismas características que el modo 2. Las protecciones, en este caso van en el cargador y la velocidad de la carga puede ser superior que en los modos 1 y 2.

Para conectores Tipo 1 (como el Shuko), no es viable. La solución más segura, versátil y fácil de usar es con los conectores tipo 2, como el Mennekes, o tipo 3 (Ver sección 5.2) ya que en este tipo de carga, se ancla el conector y no se puede extraer. Se trata de un modo de carga recomendado por fabricantes de vehículos y gestores de carga por su seguridad y capacidad de carga en diferentes niveles.



Figura 9: Modo 3 de carga

5.1.4 Modo 4

Consiste en una recarga en corriente continua. El vehículo eléctrico se conecta a la estación de recarga donde se realiza la conversión c.a/c.c. Las funciones de control y protección están en el lado de la instalación fija. Este modelo está pensado para la recarga rápida, con intensidades de corriente de hasta 400 A con las que se puede cargar un vehículo eléctrico en menos de 30 minutos. En el punto 10.3 se analizan algunas consideraciones particulares de este tipo de recarga.

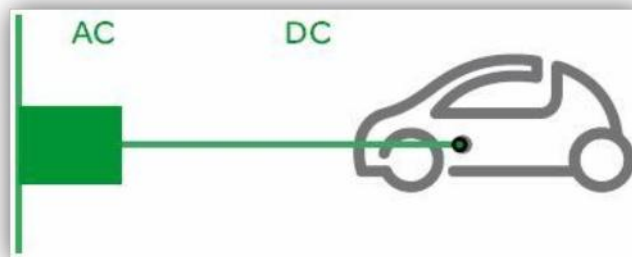


Figura 10: Modo 4 de carga

5.2 Tipos de conectores

Cuando la recarga se efectúa a más de 16 A, el conector Shuko (enchufe ordinario) deja de ser útil ya que hay riesgo de que se queme, de hecho no está permitido en algunos países como Estados Unidos. Los tipos de conectores homologados están recogidos en la norma IEC 62196 [6].

5.2.1 Tipo 1 - SAE J1772-2009

El conector está diseñado para un sistema monofásico a las tensiones de 120V ó 240V y suministra hasta 16,7 kW de potencia. Aunque admite ambos voltajes, este estándar ha sido descartado en Europa, solo EEUU y Japón lo usan.



Figura 11: conector tipo 1

5.2.2 Tipo 2 - VDE-AR-E 2623-2-2

Este conector admite tanto corriente monofásica como trifásica entre 100 - 500 V y hasta 43,5 kW de Potencia. Fue desarrollado por la alemana Mennekes y junto con el EV Plug Alliance (ver siguiente punto) es uno de los estándares pujantes en Europa. La principal diferencia con el tipo 3 es que ofrece un grado menos de seguridad ya que es posible acceder a las partes en tensión de la toma. Bloquea la clavija pero no la tapa de la toma.



Figura 12: conector tipo 2

5.2.3 Tipo 3 - EV Plug Alliance

Este conector admite tanto corriente monofásica como trifásica entre 100 - 500 V y hasta 22 kW de Potencia

Fue creado por una alianza entre Scame-Schneider-Legrand y está impulsado sobre todo por Francia e Italia. Cualquier fabricante puede adherirse a su estándar. Ofrece el grado máximo de seguridad ya que cuenta con obturadores de protección, por lo que nadie puede acceder a las partes en tensión. Bloquea la clavija y también la tapa de la toma.



Figura 13: conector tipo 3

5.2.4 CHAdeMO

Este estándar proviene de un conglomerado de diferentes fabricantes de automóviles japoneses. Está pensado para la recarga rápida y adaptado únicamente para corriente continua. El fabricante Nissan es el gran impulsor de este formato y en la actualidad está instalando gratuitamente puntos de recarga rápido Chademo por todo el mundo. El objetivo de esta estrategia es que se tome este estándar como global en detrimento de otros fabricantes europeos o americanos que están desarrollando otras tecnologías, pero que aun no se han comercializado.



Figura 14: conector CHAdeMO

5.3 Fuentes de Energía Alternativas

Una vuelta de tuerca más en relación al uso de energías limpias, sería conseguir puntos de recarga cuya fuente proviniera directamente de origen renovable en lugar de la red eléctrica.

Esta idea ofrece algunas ventajas claras. Por ejemplo, evita la sobrecarga de la red de distribución eléctrica en periodos de alta demanda. Además, puede instalarse con independencia de la red eléctrica, por ejemplo a zonas donde no hay infraestructura. Sin embargo, puede resultar positivo que estos puntos estén conectados también a la red eléctrica ya que en ausencia de vehículos a recargar pueden actuar como fuentes. En caso contrario, si la fuente de energía no se encuentra disponible, el punto de recarga será inútil. A continuación se muestran los principales proyectos en marcha:

5.3.1 Solar

Son varios los proyectos alrededor del mundo que buscan utilizar la energía del sol para la carga de los vehículos eléctricos. De hecho, algunos de esos proyectos pasan incluso por la instalación de paneles solares en el propio vehículo para que se recargue de forma continua.

Uno de los mayores problemas a los que se enfrenta este método es la baja eficiencia de los paneles solares; son necesarios muchos para conseguir una energía suficiente para cargar varios vehículos a la vez. Por otro lado, la luz del sol es muy variable tanto por meteorología, como localización geográfica como hora del día.

En España, el primer punto de recarga solar fue instalado en Lanzarote el 13 de Julio de 2012 [7]. Consiste en un árbol de paneles solares que transfiere la energía solar a un máximo de dos vehículos eléctricos simultáneamente. La energía sobrante se devuelve a la red eléctrica.



Figura 15: Punto de recarga solar [7]

5.3.2 Eólica

Existen varias iniciativas al respecto que utilizan la energía del viento. La iniciativa más relevante que utiliza la energía del viento es Sanya Skypump. Se trata de un punto de recarga abastecido por energía eólica que funciona debido a unos molinos que presentan la gran ventaja de que casi no necesitan espacio para girar. El despliegue de conseguir electricidad para los coches de manera ecológica, está previsto para otoño de 2012, en las ciudades de Nueva York, Pekín y Barcelona [8]. El primer punto eólico del mundo ha sido instalado en Barcelona el 20/09 de 2012.

Cuando el viento supera los 10 km/h, se transforma la energía con una potencia de 4 kW, lo que significa por ejemplo un tiempo de carga de 4 horas para una batería de 16 kWh. Cuando no hay vehículos eléctricos que abastecer, la turbina sigue moviéndose, yendo la electricidad generada a la red eléctrica.

Este proyecto es posible debido a un acuerdo entre General Electric, que aporta su experiencia en I+D+i por los postes de recarga WattStation, y Urban Green Energy, empresa especializada en el campo de las turbinas eólicas para la producción de energía eléctrica.



Figura 16: Punto de recarga eólico en Barcelona [8]

5.3.3 Freno Regenerativo de Trenes

Durante el proceso de frenado eléctrico de un tren, una parte es aprovechada por otros trenes y otra se disipa en forma de calor en las resistencias que lleva el tren en el techo. La idea consiste en captar esa energía sobrante de frenado para cargar las baterías de los coches eléctricos.

Este proyecto, pionero en el mundo, está siendo desarrollado por Adif para la carga de vehículos eléctricos situados en los aparcamientos de las estaciones ferroviarias [9] . La frenada de un tren de alta velocidad genera unos 25 kWh, si tenemos en cuenta que en una estación grande pueden sucederse hasta 180 procesos de frenado diarios, el número de vehículos que podrían recargarse con esa energía asciende a más de 100. Aunque no todas son de igual tamaño, la red de ADIF cuenta con más de 1500 estaciones susceptibles de aprovecharse de este sistema donde los vehículos pasan generalmente gran tiempo aparcados. De esta forma, la red ferroviaria tendría un especial protagonismo al convertirse en uno de los nodos principales para el intercambio de transporte, utilizando una infraestructura ya desarrollada y madura.

El proyecto contempla tanto recarga rápida así como recarga lenta mediante la utilización de un volante de inercia. Cuando el tren frena el volante se acelera con la energía sobrante de la catenaria. Después el volante actúa como generador suministrando la energía al vehículo eléctrico.

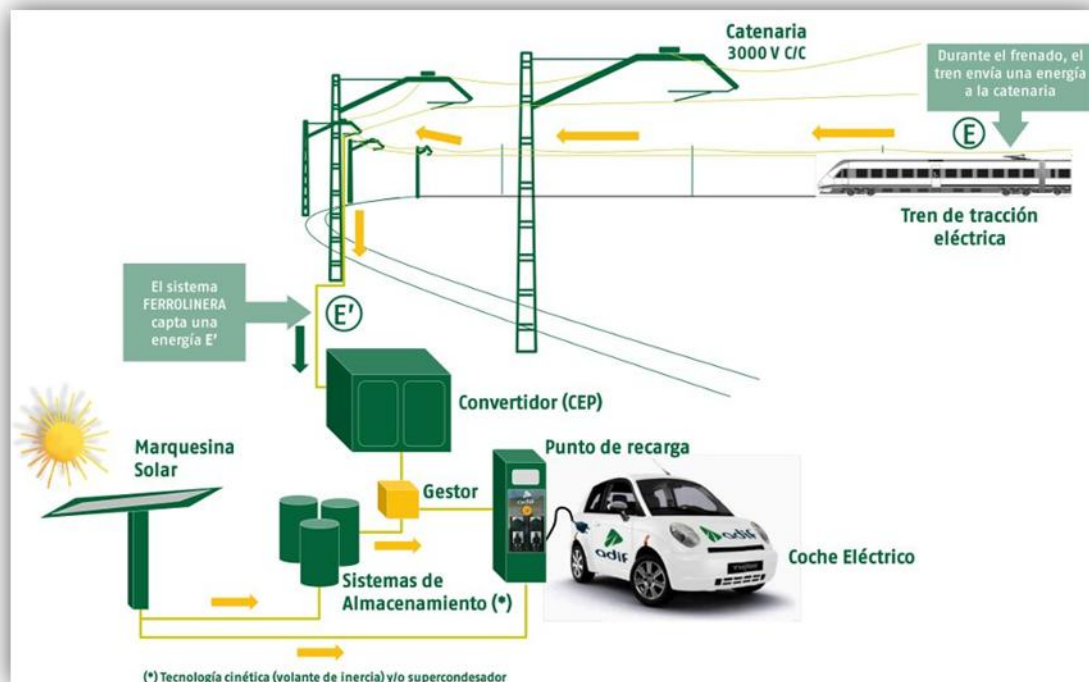


Figura 17: Prototipo punto de recarga por freno regenerativo de tren [9]

El primer punto de recarga de este tipo ha sido instalado en la estación de Málaga María-Zambrano [10].

5.4 Métodos de Carga Alternativos

Además de los distintos modos de carga explicados anteriormente en los que el vehículo se recarga por medio de una conexión física a la red eléctrica, existen otras tecnologías que aunque no están actualmente disponibles en España, ya han sido instaladas en algunos países y previsiblemente aumentarán su presencia en el resto del mundo en los próximos años.

5.4.1 Battery Swapping (intercambio de baterías)

Una alternativa por la que se están decantando varios fabricantes como Renault, es el alquiler de las baterías, que es además uno de los componentes más caros del vehículo. El precio del vehículo queda de esta forma reducido y el usuario deja de preocuparse por posibles problemas o averías en este componente. Además existen algunas compañías como la israelí Better Place (socia de Renault en esta tecnología) [11] que ofrece puntos de intercambio automatizados de batería sin ni siquiera bajarse del vehículo, como muestra la siguiente figura. De esta manera en solo unos segundos el

vehículo estaría de nuevo completamente cargado. De forma resumida las ventajas que presenta este método respecto la carga convencional son:

- Intercambio rápido de baterías (alrededor de 59.1 segundos).
- Siempre y cuando haya alguna estación de intercambio, la autonomía del vehículo se vuelve ilimitada.
- El conductor no necesita bajarse del vehículo.
- El conductor no es propietario de la batería, transfiriendo los costes de amortización, vida útil, averías etc. a la compañía.
- Las baterías sobrantes en las estaciones de intercambio podrían participar en la iniciativa vehicle to grid de una forma sencilla (ver apartado 0)

Lo que puede hacer menos atractivo este sistema es el contrato económico (generalmente mensual) durante toda la vida del vehículo y que a la larga sale más caro que el sistema de carga convencional. Además, estos puntos de cambio automático de batería son todavía muy escasos (excepto en Israel). En España no hay aun ninguno, ni tampoco otras empresas o talleres especializados. Hay que tener en cuenta que la batería de este tipo de vehículos pesa en torno a los 50 kg, por lo que un cambio manual no es sencillo ni inmediato a menos que se disponga de una infraestructura específica.

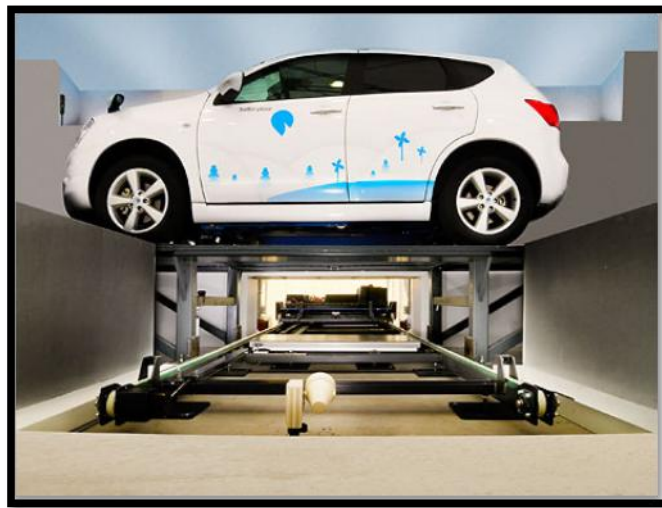


Figura 18: Sistema de intercambio automático de baterías [11]

5.4.2 Recarga Inalámbrica

Consiste en la recarga del vehículo eléctrico a través de inducción magnética sin necesidad de cables. En la siguiente figura se muestra el sistema desarrollado por Nissan, aunque hay muchos otros fabricantes estudiando la misma idea.

Una vez el coche se encuentra exactamente sobre el dispositivo la recarga puede comenzar. La corriente eléctrica de la red excita una bobina situada en la unidad de transmisión en el suelo creando un campo magnético. Ese campo magnético excita otra bobina situada en el coche cuya energía es captada por la batería.

Esto supone grandes ventajas respecto a la tecnología con cable:

- Es más segura ya que no hay contacto con ninguna toma.
- Es más fácil de estandarizar.
- El vehículo no quedaría solo durante horas con un cable enchufado en la calle.

Sin embargo, la tecnología aun está trabajando para mejorar la eficiencia y para que resulte más económica.



Figura 19: Punto de Recarga Inalámbrico [12]

5.5 Concepto Vehicle-to-Grid

Se calcula que la mayor parte de los vehículos permanecen el 95% del tiempo aparcados [13], por tanto pueden ser una gran fuente de almacenamiento de energía. El aporte de energía a la red por parte de los vehículos eléctricos enchufables (en sus siglas en inglés V2G, Vehicle to Grid) consiste en la transferencia de energía desde la baterías de los vehículos hacia el sistema eléctrico. Gracias al V2G, los vehículos eléctricos pueden participar en la operación de la distribución eléctrica incrementado la seguridad del suministro en horas punta. Sin embargo esta tecnología requiere la implantación de sistemas de comunicación bidireccionales entre los usuarios y el operador del sistema.

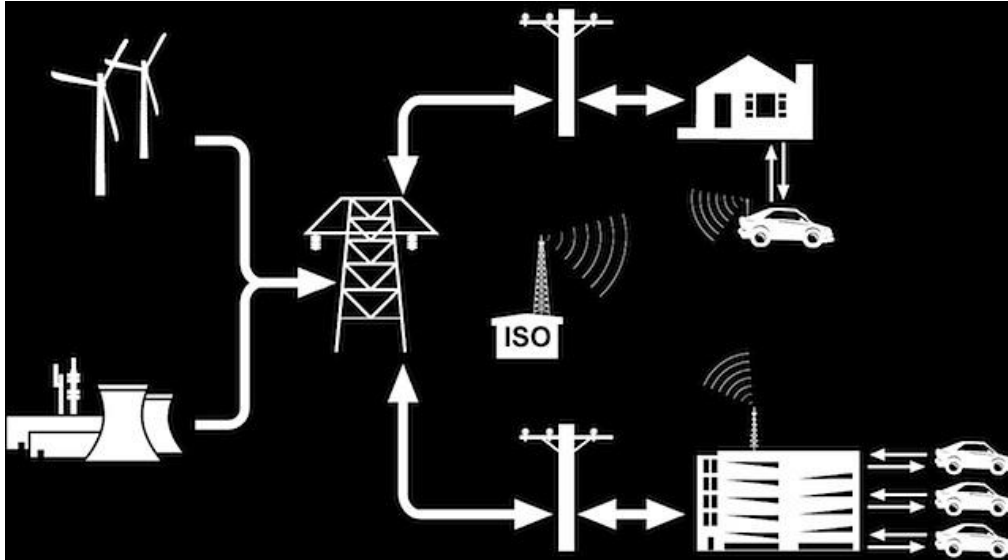


Figura 20: Esquema conceptual vehicle-to-grid

Esto favorece directamente la integración de las energías renovables ya que siempre que generen, aunque sea de noche, podrán cargar los vehículos y durante el día, estos vehículos pueden actuar como fuente, necesitando menos energía térmica.

En esta iniciativa pueden participar tanto vehículos eléctricos puros como híbridos enchufables. Se puede hacer un cálculo rápido: asumiendo una batería de 25 kWh (Nissan Leaf) y un número de vehículos de 2.5 millones en 2020 [14], el total acumulable en estas baterías sería de 60 GWh. Para que sirva de comparación, la central nuclear de Trillo genera de media al día 23 GWh [15] por lo que solo los vehículos podrían acumular el equivalente a tres centrales nucleares. Esto sin contar que para 2020 es probable que la tecnología de las baterías haya aumentado.

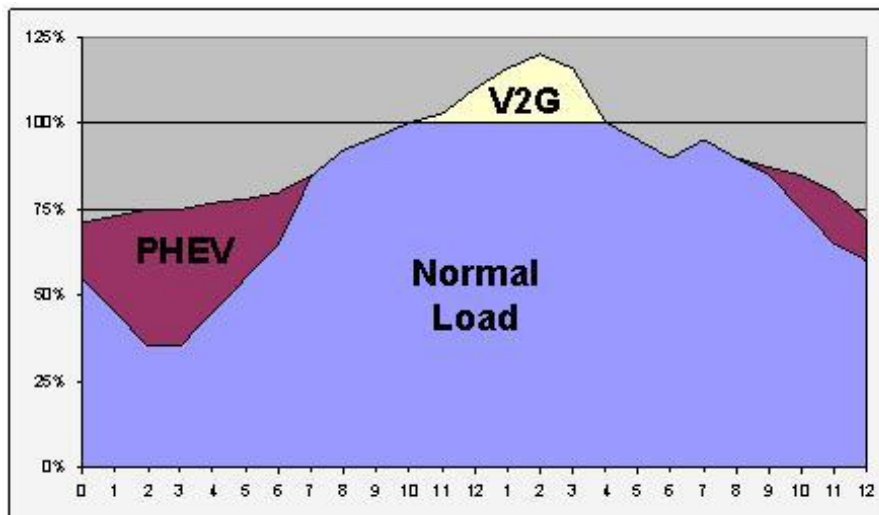


Figura 21: Aplanamiento de la curva de demanda por un sistema V2G[13]

En definitiva, se trata de una idea que promueve la eficiencia energética pero que aun está muy lejos de llegar, tanto porque el número de vehículos eléctrico aun no es significativo como porque tampoco existe la infraestructura necesaria para lograrlo. Sin embargo existen varias iniciativas a nivel europeo para estudiar esta posibilidad.

6 Arquitectura de un gestor de carga

Este capítulo tratará de aclarar la diferencia entre un punto de recarga y un gestor de carga definiendo los principales procesos y arquitectura de este último.

El punto de recarga es sin duda la parte más visible e importante de todo el proceso de recarga, es aquel dispositivo que suministra la energía necesaria para recargar la batería del vehículo eléctrico. Puede ser desde un enchufe en un domicilio particular como un dispositivo diseñado específicamente para este propósito situado en una acera.

Sin embargo, el punto de recarga es solo una de las partes del conjunto que forma la figura del gestor de cargas. Esta figura comprende muchas otras tareas además de la mera recarga de la batería: control del proceso de carga, acceso a bases de datos, comunicación con los distribuidores de energía y con otros puntos de recarga... Por supuesto, pueden considerarse gestores de carga más simples, en los que el propio punto de recarga hace las veces de gestor. Sin embargo, en el presente estudio se mostrará un sistema completo que presente los procesos básicos de acuerdo a la propuesta del IDAE y que es a lo que tiende el desarrollo de esta tecnología [16]. Esto no deja de ser un modelo teórico, más adelante se analizará la situación real de los gestores de carga en España comparándolos contra este modelo.

6.1 Arquitectura

En la siguiente figura puede observarse un gestor de carga completo tal y como es entendido por el IDAE. A continuación se explicarán brevemente cada una de las partes que lo integran :

- Punto de recarga (PR): se trata de aquel equipo de recarga eléctrica donde se conecta el vehículo eléctrico. Es a partir de este punto donde se inicia la comunicación con el sistema de Gestión (SG en la figura).
- Sistema de Gestión (SG): es un sistema centralizado capaz de manejar los datos de la operación de recarga así como de gestionar posibles incidencias durante este proceso. Cabe destacar que este sistema no tiene por qué estar situado en el punto de recarga, de hecho lo más óptimo es que se encuentre externamente gestionando varios puntos de recarga a la vez y estando comunicado al mismo tiempo con otros posibles sistemas de gestión. Además el sistema de gestión tiene asociada una base de datos en la que se registrarán tanto los datos necesarios para el acceso de usuarios, así como las posibles incidencias y datos estadísticos de uso. El sistema de gestión deberá estar comunicado con los siguientes módulos:

- Módulo de comunicación con el punto de recarga: será el sistema de gestión el que dé la orden de comenzar o detener la carga.
 - Módulo de comunicación con el usuario: puede estar integrado en el punto de recarga a través de una pantalla por ejemplo, pero también cabe la posibilidad de otros métodos como un acceso vía móvil. El sistema de gestión será el encargado de validar la entrada de un usuario trazándolo contra su base de datos.
 - Módulo de comunicación con el distribuidor de energía: avisa e informa de posibles problemas de suministro al distribuidor. En el futuro este módulo sería el encargado de gestionar de forma inteligente la carga dependiendo de la demanda energética de la red. Véase punto sobre las Smart Grids 0.
 - Módulo de comunicación con el Help Desk: llegado el caso pondría en contacto al usuario con este servicio aportándole datos concretos sobre incidencia y cliente.
 - Módulo de comunicación con el sistema de roaming: envía la información sobre el uso del sistema a otros sistemas de gestión para garantizar la interoperabilidad entre distintos gestores de carga.
- Help Desk: es un elemento de valor añadido para la mejora de la calidad del servicio. Sirve de contacto directo para comunicar las incidencias o dudas de los usuarios y resolver posibles problemas.
 - Sistema de Roaming: al igual que en la telefonía móvil, permite la interoperabilidad entre diferentes gestores de carga. Se encarga de intercambiar información relativa a usuarios y utilización de puntos de recarga diferentes a los que estén dados de alta.

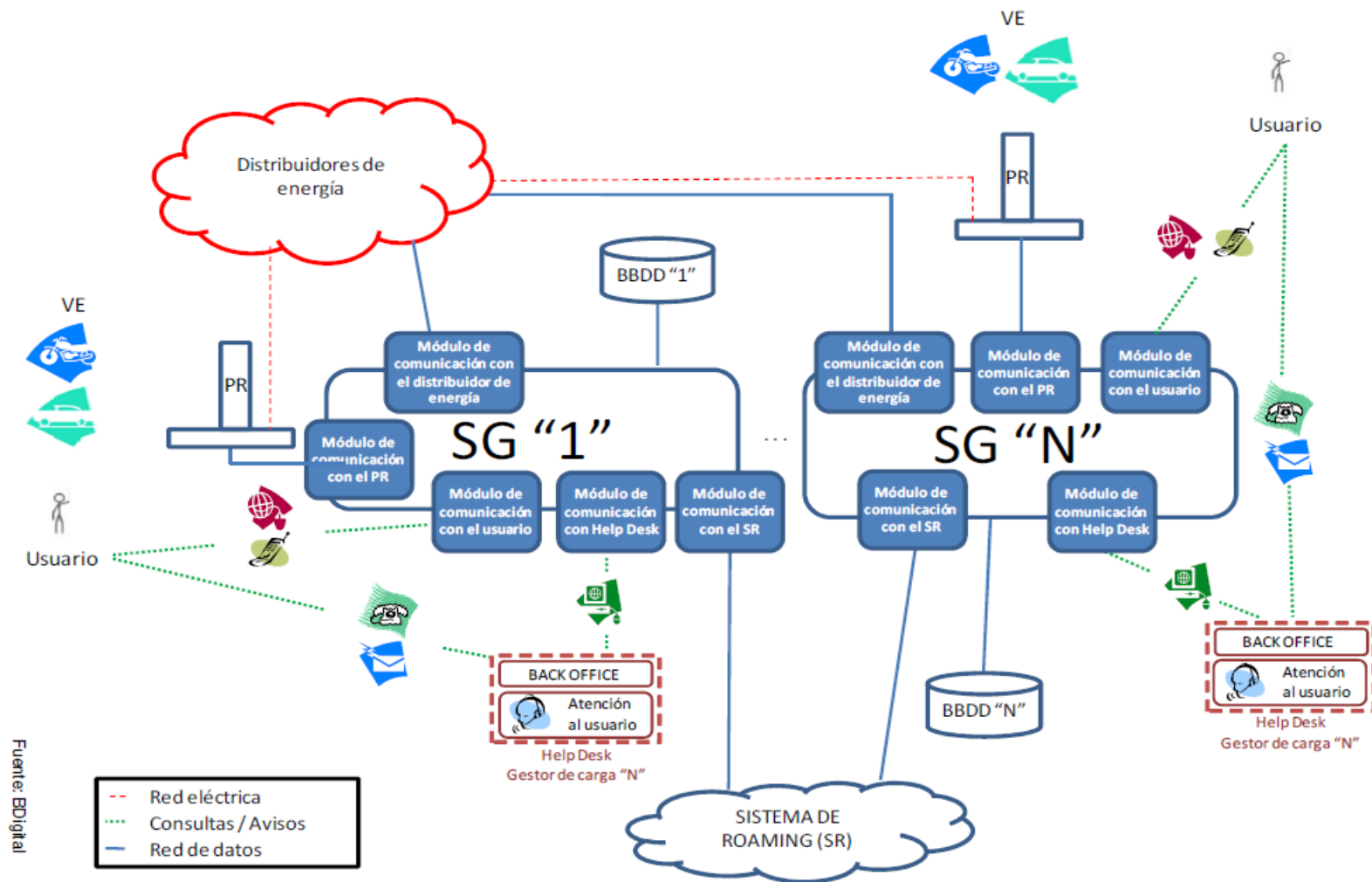


Figura 22: Propuesta IDEA de gestor de carga completo [16]

6.2 Procesos asociados al sistema de carga

Además de la arquitectura presentada, es importante definir los procesos asociados al gestor de carga. Pueden identificarse seis procesos asociados al sistema de recarga del vehículo eléctrico:

- **Alta del usuario en el sistema:** Implica la identificación del usuario en el sistema de recarga y la comunicación al usuario de las normas de funcionamiento del servicio.
- **Identificación y autenticación del usuario:** Implica la identificación y autenticación del usuario en el PR.
- **Recarga eléctrica:** Engloba la operación y el registro de información para la monitorización y la tarificación de la recarga eléctrica.
- **Monitorización de la red:** Implica la monitorización del estado de los PR para garantizar un correcto servicio de recarga eléctrica y poder obtener información estadística de interés para el gestor de carga.
- **Gestión de incidencias:** Implica la detección, seguimiento y resolución de las incidencias ocurridas en cualquiera de los procesos anteriores.
- **Atención al ciudadano/cliente/usuario:** Aglutina las comunicaciones bidireccionales entre el sistema de recarga y el ciudadano/cliente/usuario para atender sus consultas, ofrecer información y solucionar los posibles problemas, quejas o dudas que tenga relacionadas con el sistema de carga a través de los medios de comunicación disponibles (presencial, teléfono, correo electrónico, plataforma web, etc.)

A continuación se detallarán cada uno de los procesos identificados, realizando una propuesta de requerimientos técnicos, procedimientos e información mínima a registrar asociada a cada uno de los procesos. Se tendrá en cuenta la normativa legal vigente explicada en el capítulo 7 y se analizará si esta normativa es suficientemente completa, concisa y aplicable.

6.2.1 Alta del Usuario

Antes de poder llevar a cabo la recarga del vehículo eléctrico en cualquier gestor de carga, se debe dar de **alta al usuario** en el sistema de recarga. Las actividades que implicaría este proceso serían:

- la recopilación de datos personales y datos técnicos para darlos de alta dentro del sistema de gestión correspondiente.

- la entrega del medio de identificación en el punto de recarga (por ejemplo una tarjeta de proximidad).
- la entrega del cable de recarga compatible.
- la comunicación al usuario de la normas de funcionamiento del servicio.
- la comunicación al usuario de información de interés: plano de puntos de recarga, canales de atención al usuario, etc. También debe darle acceso a la normativa legal ampliada en el apartado 7.

La información recogida durante el proceso de alta del usuario (principalmente datos personales y datos del vehículo eléctrico) se almacenará en la base de datos del gestor de carga y tendrá que ser visible para el personal del *Help Desk*. Esto permitirá la correcta gestión del sistema, la obtención de información estadística por usuario y facilitará la comunicación entre el usuario y el *Help Desk* (servicio de atención al cliente y gestión de incidencias).

6.2.2 Identificación del usuario

Antes de iniciar la recarga del VE propiamente dicha es necesario la identificación y la autenticación del usuario en el punto de recarga. Así pues, una vez el usuario llegue al punto de recarga se identificará mediante el medio físico que le haya proporcionado el gestor de carga (tarjeta de proximidad, sensor de presencia, etc.). La identificación y autenticación de los usuarios en el sistema de recarga la realizará el sistema de gestión al que esté asociado el punto de recarga por conexión remota (ADSL, GPRS, 3G, etc.)

En la Tabla se exponen las ventajas e inconvenientes de las diferentes tecnologías de acceso analizadas atendiendo a criterios de viabilidad técnica, costes de implantación y mantenimiento, madurez tecnológica, cantidad de información que puede almacenar o grado de seguridad en la operación entre los elementos.

Tabla 3: Ventajas e Inconvenientes de tecnologías de acceso (Elaboración propia)

Tecnología	Ventajas	Inconvenientes
RFID	<ul style="list-style-type: none">• No necesita contacto• No necesita fuente de alimentación propia• Difícil de falsificar	<ul style="list-style-type: none">• Puede almacenar poca información• No existe un estándar global
Chip de contacto	<ul style="list-style-type: none">• Coste asequible• Tecnología segura• Capacidad de almacenar información	<ul style="list-style-type: none">• Poca seguridad• Necesita contacto físico

Banda Magnética	<ul style="list-style-type: none">• Uno de los métodos más universales de identificación• Bajo coste	<ul style="list-style-type: none">• Poca información almacenada• Baja protección ante copia• Degradación de la tarjeta
Código de Barras	<ul style="list-style-type: none">• Bajo coste• Ampliamente utilizado	<ul style="list-style-type: none">• Requiere visión directa• Unidireccional• Poca capacidad de información
Bluetooth	<ul style="list-style-type: none">• Transmisión de datos entre diferentes dispositivos involucrados• Elevada posibilidad de cobertura• Utilización de un software de gestión	<ul style="list-style-type: none">• Necesidad de un dispositivo emisor y receptor• Autonomía del dispositivo
Smartphone	<ul style="list-style-type: none">• Disponibilidad universal del SMS y tendencia creciente en Smartphone• No requiere soporte físico adicional• Se reduce la complejidad técnica del punto de recarga (el móvil puede comunicar directamente con el sistema de gestión)	<ul style="list-style-type: none">• Disponibilidad limitada de cobertura• Coste económico extra de comunicación• Autonomía del dispositivo móvil

Atendiendo a estas ventajas e inconvenientes puede concluirse que la tecnología RFID es la que mejor cubre las condiciones de un Punto de Recarga. De hecho es la tecnología adoptada por todos los gestores de carga en la actualidad en España. Por otro lado, la tecnología RFID puede convivir con otros métodos alternativos como por ejemplo un chip de contacto o una aplicación de smartphone que doten de mayor versatilidad un punto de recarga.

En cuanto a la forma de conectar el Punto de Recarga a la Base de Datos del gestor de cargas, existen varias tecnologías posibles. Dependiendo de la localización se podrá utilizar una u otra, pero principalmente se usarán la tecnología ADSL, GPRS y 3G. En cualquier caso, el único requisito exigible a la tecnología elegida de cara a la estandarización e interoperabilidad entre los diferentes gestores de carga, es que ésta sea accesible entre los diferentes gestores.



Figura 23: Tarjeta de acceso RFID

A continuación se muestra la propuesta por parte del IDAE de codificación de la tarjeta RFID:

- Código de país (P): Para facilitar la interoperabilidad a nivel internacional. Para ello se propone seguir el estándar ISO 3166-1 numérico, que define un código numérico de 3 dígitos para la identificación de los países. Por lo tanto, se define el uso de 3 dígitos hexadecimales para la identificación de país.
- Código de gestor de carga (G): Para permitir la coexistencia de diferentes gestores de carga a nivel nacional. Se propone utilizar un código de 3 dígitos hexadecimales.
- Código de usuario (U): El código de usuario tiene que permitir identificar unívocamente a los diferentes usuarios y VE del sistema de recarga. El número de dígitos propuesto es de 11 dígitos hexadecimales, que permitirá identificar un número suficientemente elevado de usuarios. Este código que identifica al usuario y al VE unívocamente lo asignará cada operador de carga como mejor considere. Puede ser el DNI/CIF, la matrícula/bastidor del VE, o una combinación de diferentes parámetros (por ejemplo NIF+MATRICULA)
- Se plantea la necesidad de reservar una serie de dígitos para adaptaciones de la codificación que sean requeridas en el futuro (p. ej. roaming internacional o código geográfico en el mismo país, o indicador de uso de encriptación del código). Estos dígitos reservados (R) se encontrarán delante del campo de código de gestor de carga y detrás del de país. Se considera destinar 3 dígitos hexadecimales que quedarían por tanto reservados.

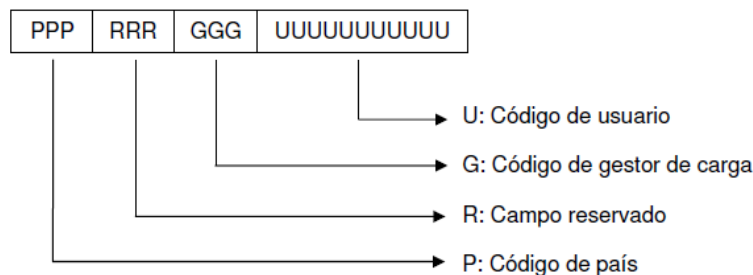


Figura 24: Propuesta de codificación [16]

6.2.3 Recarga Eléctrica

El proceso de recarga eléctrica en sí mismo se inicia en el momento en el que el punto de recarga recibe la confirmación por parte del sistema de gestión de que el usuario conectado está correctamente identificado y autenticado. En ese momento, si no existe ningún tipo de incidencia, se inicia el suministro de energía a la batería del vehículo eléctrico y el software de gestión monitoriza toda la operación asociada a la recarga eléctrica a través de la conexión con el punto de recarga.

La siguiente figura muestra los distintos hitos a la hora de comenzar la recarga, desde tres puntos de vista: usuario, punto de recarga y sistema de gestión. Se tiene en cuenta la autenticación del usuario, el estado del punto de recarga o la apertura de la tapa.

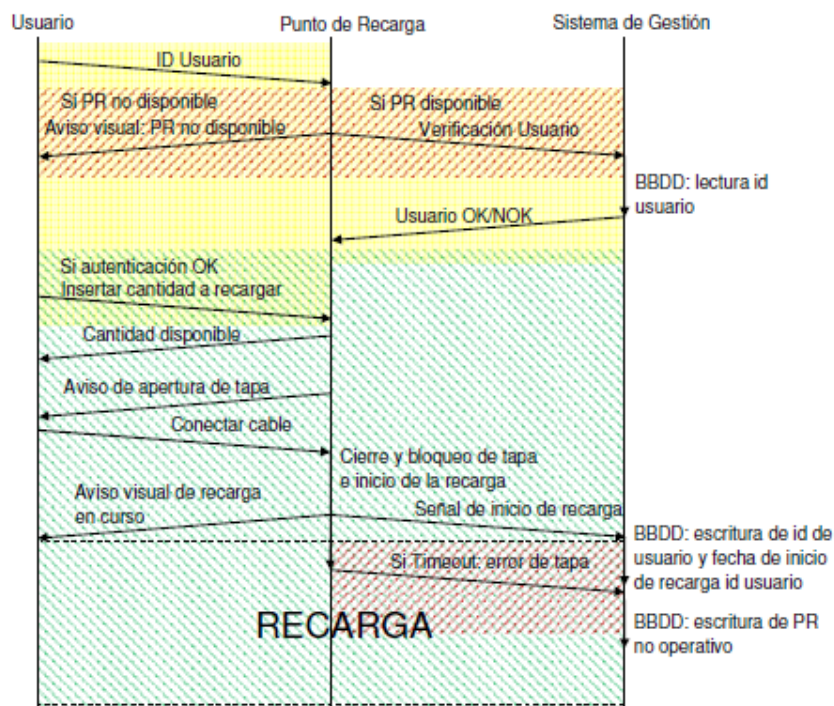


Figura 25: Propuesta de inicio de recarga [16]

La siguiente figura muestra en el mismo formato el proceso de finalización de recarga normal, es decir, cuando el tiempo/carga/saldo programado se ha agotado o la batería está completa.

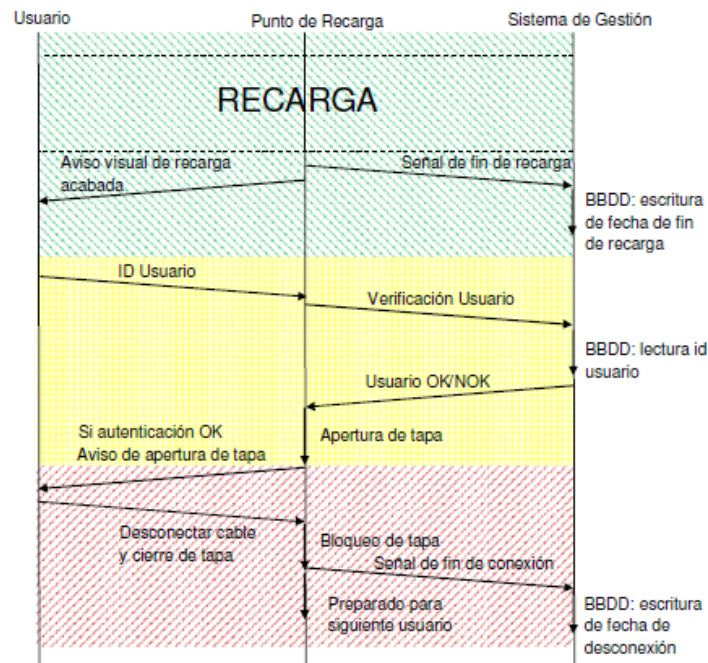


Figura 26: Propuesta proceso de recarga [16]

Sin embargo también puede suceder que sea el usuario el que aborte el proceso antes de que este concluya. Esto se muestra en la siguiente figura:

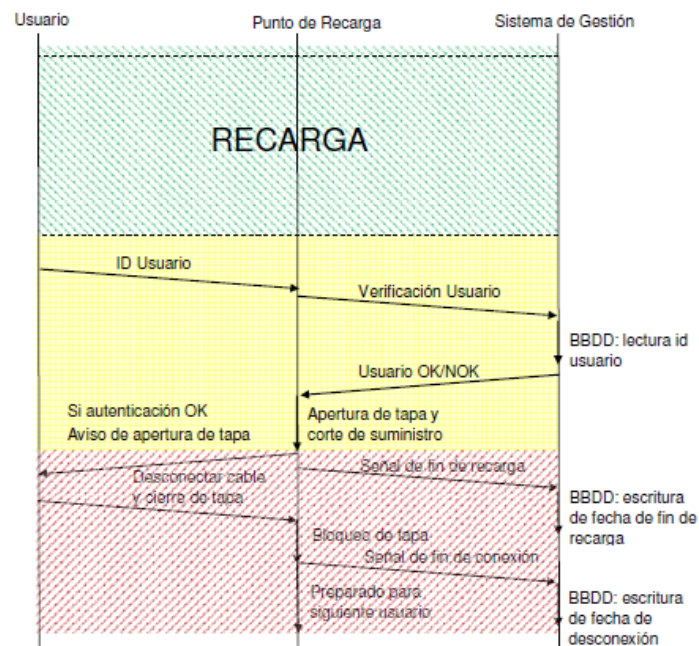


Figura 27: propuesta de cancelación de recarga [16]

6.2.4 Monitorización de la red

Durante el proceso de monitorización de la red se comprueba periódicamente el estado de los PR asociados a un mismo gestor de carga.

Se contemplan distintos estados en los que se puede encontrar un PR:

- Disponible: Un PR se encontrará en este estado si funciona sin errores (no hay bloqueos en el dispositivo de identificación, funcionan las conexiones con el SG, el suministro eléctrico es correcto, etc.) y no hay ningún usuario conectado a él.
- Ocupado: Un PR se encontrará en este estado si funciona sin errores y hay un usuario conectado a él. Dentro de este estado se pueden considerar 3 subestados en función de la fase en la que se encuentre asociado a la carga eléctrica:
 - o Identificación y autenticación: Si el usuario está conectado pero todavía no ha sido autenticado por el SG.
 - o Carga: Si la validación del usuario ha sido correcta y se encuentra en la fase de carga eléctrica.
 - o Carga finalizada: Si la fase de carga ya se ha finalizado por cumplimiento de las condiciones iniciales (tiempo máximo de carga, importe, batería llena, etc.)
- Fuera de servicio: Un PR se encontrará en este estado si hay alguna incidencia asociada a él y sufre algún problema para su correcto funcionamiento.

Adicionalmente a los estados anteriores, si el gestor de carga desea ofrecer funcionalidades extras, como por ejemplo la reserva del PR, sería necesario definir un nuevo estado de “Reservado”. En este estado, el PR solamente podría ser activado por el usuario que ha hecho la reserva, ligada a un tiempo limitado.

Cada SG tiene que tener monitorizado, en todo momento, todos sus PR con un doble objetivo: poder detectar en la mayor brevedad posibles incidencias o anomalías del sistema de recarga y disponer de la información actualizada en todo momento para poder informar al usuario sobre cualquier duda o consulta relativa al servicio de recarga, información actualizada sobre los PR disponibles más cercanos, historial de recargas, etc.

Además de esta monitorización interna, el punto de recarga debería tener alguna indicación visible acerca de su estado. Los puntos de recarga de Londres disponen de un led que cambia de color dependiendo del estado, verde libre, azul en proceso de carga y rojo fuera de servicio.



Figura 28: Punto de recarga en Londres equipado con LED luminoso de estado

6.2.5 Gestión de incidencias

Durante la recarga del vehículo eléctrico pueden darse una serie de incidencias, ya sean detectadas automáticamente por el sistema de gestión durante la monitorización mediante telecontrol (p. ej. fallo del PR), o bien comunicadas directamente por el usuario (p. ej. bloqueo del cable de recarga) o por ciudadanos de la calle (p.ej. vandalismo en un PR). Las incidencias podrán darse en cualquiera de los anteriores procesos de la recarga (autenticación, recarga o monitorización), por lo que el proceso de gestión de incidencias será transversal al resto de procesos de recarga.

Con el fin de minimizar los efectos que estas incidencias pueden tener en el servicio ofrecido por el gestor de carga, es importante detectar y solucionar las incidencias en el menor tiempo posible y mantener al SG y al Help Desk informado en todo momento de la situación y avance de la resolución de las incidencias.

Partiendo de un escenario de mínimos y para facilitar el control y gestión de las incidencias asociadas al sistema de recarga se propone un único canal telefónico para la comunicación de incidencias asociado a cada gestor de carga. Este número de teléfono para reportar incidencias debería estar claramente visible en los PR.

6.2.6 Atención al cliente

El proceso de atención al ciudadano/cliente/usuario aglutina las comunicaciones bidireccionales entre el sistema de recarga y el ciudadano/cliente/usuario para atender sus consultas, ofrecer información y solucionar los posibles problemas o dudas que tenga relacionadas con el sistema de carga a través de los medios de comunicación disponibles (presencial, teléfono, correo electrónico, plataforma web, etc.)

El servicio de atención al usuario forma parte del Help Desk que cada gestor de carga tiene que crear y mantener para prestar un correcto servicio de recarga eléctrica al

usuario. Tal y como se verá posteriormente, es una de las obligaciones por ley de la figura del gestor de carga, aunque en España solo IBIL (uno de las sociedades declaradas como gestor de carga) tiene uno:



Figura 29: Centro de control de Ibil [17]

Se propone que las funciones asociadas al servicio de atención al usuario sean las siguientes:

- Gestionar el proceso de alta de usuarios según lo comentado en el Apartado 5.3.1.
- Gestionar el proceso de baja de usuarios. Ello implicará notificar al sistema la baja de dicho usuario, confirmar la devolución del medio de identificación y del cable de recarga por parte del cliente, comprobar que no hay cargos pendientes y cerrar el historial del usuario.
- Ofrecer información asociada al servicio: normas de funcionamiento del servicio, información de los PR en el territorio sugiriendo los más cercanos en caso de estar ocupados o el tiempo de espera para su disponibilidad, información de los canales de comunicación disponibles para solicitar información o reportar incidencias (web, presencial, teléfono, etc.) , información sobre el historial de recargas y el crédito disponible (si aplica) y solucionar cualquier otra duda, queja o incidencia relacionada con el sistema.
- Centralizar las incidencias y reportarlas al Back-Office. Para facilitar el reporte de las incidencias por parte de los usuarios/ciudadanos se debería serigrafíar, en un lugar visible del PR, el número de atención telefónica del gestor de carga al que pertenece el PR, así como el número de serie del PR en concreto donde tiene lugar la incidencia. También sería aconsejable la generación de códigos de error impresos en la pantalla que facilitaran la tarea de la identificación de la incidencia.
- Informar sobre el avance de las incidencias (bajo petición del usuario). Hoy en día existen muchas formas de seguimiento de incidencias como chat en tiempo real o

números de incidencia que permiten conocer el estado de la misma en cualquier momento.

7 Legislación Vigente

Una de las principales barreras para el desarrollo del coche eléctrico era el hecho de que en España resultaba ilegal la reventa de electricidad. De esta forma, sólo era posible recargar un coche eléctrico en enchufes particulares, o en postes de recarga de organismos públicos o empresas, que no pueden cobrar por la electricidad. En este capítulo se presentarán las principales características de la legislación vigente en relación con los gestores de carga.

7.1 Real Decreto Ley en 2010

En el año 2010, a través del Real Decreto-ley del 9 de Abril [18], se introducen una serie de medidas para el impulso de la recuperación económica y empleo entre las que figura el gestor de cargas. De acuerdo con dicha legislación, los gestores de carga son los únicos consumidores que están habilitados para revender electricidad.

“Los gestores de carga son aquellos agentes del sector eléctrico que siendo ellos mismos consumidores de energía eléctrica, están capacitados para revender a sus clientes electricidad destinada a la carga de los vehículos eléctricos.”

Además se definió una nueva tarifa supervalle que establecía un nuevo precio más económico para el consumo producido durante la madrugada. El objeto de esta tarifa era el aplanar la curva de demanda mediante la recarga de vehículos eléctricos durante ese horario. En el apartado 7.4 se explica en detalle esta tarifa.

Esta primera ley fue analizada y revisada por la CNE [19] obteniendo varios puntos de mejora entre los que pueden destacarse los siguientes y que servirán para comprender la evolución de la normativa.

- Posibles limitaciones en el desarrollo de las infraestructuras necesarias para el impulso del coche eléctrico, en el ámbito residencial por las inversiones iniciales que resulta necesario realizar.
- Consideración de la actividad de reventa del gestor de cargas exclusivamente para la prestación del servicio de recarga. Sería conveniente precisar que la actividad de reventa de energía debe limitarse al destino exclusivo de los servicios de recarga energética de vehículos eléctricos en la ubicación del suministro.
- Eliminar el requerimiento de desglose de facturaciones e información en las facturas de la recarga. Se propone eliminar la obligación introducida en la Propuesta para los gestores de cargas de desglosar en las facturaciones a sus

clientes al menos los importes correspondientes a la imputación de los peajes, y otros costes regulados, dada la dificultad de asignar determinadas partidas de estos costes a cada recarga.

- Eliminación del requerimiento de que la facturación se realice sobre la lectura de la medida. Se propone eliminar el requerimiento previsto en la Propuesta en relación con la facturación en base a medidas, con el fin de no encarecer las instalaciones con equipos de medida en cada poste de recarga, y adicionalmente permitir la existencia de distintas modalidades de facturación.
- Simplificación de los requisitos que se requieren a los gestores de cargas. Con el fin de evitar posibles barreras al desarrollo de esta actividad, se deberían simplificar los requisitos requeridos en la Propuesta cuando el gestor de cargas adquiera energía a un comercializador.
- Requisitos para una gestión segura y eficiente de la red de distribución. Se considera necesario el desarrollo de la regulación de las condiciones técnicas y de seguridad que han de cumplir las instalaciones de los gestores de cargas a fin de garantizar la seguridad de la propia instalación y de la red de distribución a la que se conectan, así como el desarrollo de los procedimientos de operación que regulen la coordinación necesaria entre los gestores de cargas y los gestores de redes.
- Protocolos de comunicación zonales. Si un gestor de cargas instala postes de recarga en distintas zonas de distribución en baja tensión, tendrá que adaptarse en cada una de ellas a los protocolos de comunicaciones de la distribuidora correspondiente. Para evitar barreras al desarrollo de la actividad del gestor de cargas, todos los protocolos de comunicación de las distribuidoras deberán ser abiertos y públicos.
- Adscripción del gestor de cargas a un centro de control. Se considera necesario que, con el fin de obtener la mayor eficiencia posible, dentro de las obligaciones de los gestores de carga se incluya la de adscribirse a un centro de control que les permitan recibir consignas del Gestor de Red.
- Racionalización de la potencia demandada. Habría que impulsar, tanto a nivel de gestor de cargas como de suministro individual, la racionalización de la potencia demandada, bien recomendando la utilización de un coeficiente de simultaneidad, en el caso del gestor de cargas, o bien la utilización de equipos que permitan el reparto de cargas para no sobrepasar una potencia máxima.
- Supervisión e Inspección. La actividad del gestor de cargas debería ser supervisada e inspeccionada por la CNE.
- No distinción entre temporada de invierno y de verano en la fijación del periodo horario del supervalle. Las seis horas de menor demanda están comprendidas, tanto en invierno como en verano, entre la 1 y las 7 de la mañana, por lo que se

propone considerar este periodo en la nueva modalidad de discriminación horaria, sin distinguir, como hace la Propuesta, entre la temporada de invierno y de verano, para lo que sería necesario que la adopción de este tipo de discriminación horaria implique la instalación de un nuevo equipo de medida electrónico

7.2 Real Decreto-Ley 2011

Tras el análisis de la CNE y otras consideraciones el Ministerio de Industria publicó una nueva versión, vigente actualmente, en Mayo de 2011 [20]. A continuación se resumen los principales puntos, vigentes actualmente, y que servirán de guía para el resto del análisis realizado a lo largo de este trabajo.

7.2.1 Concepto

El decreto define la figura del Gestor de Carga como aquellos sujetos que desarrollan la actividad de instalación de puntos de recarga destinados al suministro de energía eléctrica para la recarga de los vehículos eléctricos, de conformidad con lo previsto en la Ley 54/1997.

Los gestores de carga son aquellas sociedades mercantiles de servicios de recarga energética definidas en el art. 9 h) de la Ley 54/1997 que, siendo consumidores, están habilitados para la reventa de energía eléctrica para servicios de recarga energética para vehículos eléctricos.

El modelo que se implantará no será el de la concesión, sino uno en el que cualquier entidad puede lograr una autorización administrativa para instalar postes de recarga, comprar energía y revenderla dentro del servicio de recarga de baterías de vehículos eléctricos.

7.2.2 Comunicación de Actividad

De acuerdo al decreto, para darse de alta como gestor de carga el interesado debe cumplimentar:

- El “Modelo de comunicación de inicio de actividad del gestor de cargas del sistema eléctrico” lo dirigirá a la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEyM) del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITyC).

1. Modelo de comunicación de inicio de actividad de gestor de cargas del sistema eléctrico

COMUNICACIÓN DE INICIO DE ACTIVIDAD

D./D.^a,
mayor de edad, con documento nacional de identidad número,
en nombre y representación de,
con NIF, domicilio social en,
y domicilio a efectos de notificaciones en

En plena posesión de su capacidad jurídica y de obrar, comunica [a la Dirección General de Política Energética y Minas/al órgano competente de la Comunidad Autónoma] el inicio de la actividad de gestor de cargas del sistema eléctrico, que se desarrollará en el ámbito territorial de
a cuyos efectos presenta declaración responsable sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos para el ejercicio de la misma.

En a de de.....

Firma.

Figura 30: Modelo de comunicación de inicio de actividad del gestor de cargas del sistema eléctrico [20]

Además se deberá acompañar la declaración responsable sobre el cumplimiento de los requisitos de capacidad legal, técnica y económica para el ejercicio de la actividad.

7.2.3 Derechos

El decreto-ley define los siguientes derechos del gestor de carga:

- Actuar como agente del mercado en el mercado de producción de electricidad si desea comprar en el mismo la energía a revender o comprar energía a un comercializador.
- Acceder a las redes de transporte y distribución.
- Facturar y cobrar la energía entregada en la reventa para servicios de recarga energética.

7.2.4 Obligaciones

Se recogen las siguientes obligaciones de los gestores de carga. Aquellas obligaciones en **negrita** son de obligado cumplimiento. En caso contrario, podría suponer la imposibilidad de continuar con su actividad.

- **Adquirir la energía necesaria para el desarrollo de sus actividades, realizando el pago de sus adquisiciones.**
- **Contratar y abonar el peaje de acceso.**
- Prestar garantías que reglamentariamente correspondan.
- Informar a los clientes acerca del origen de la energía suministrada.
- Poner en práctica programas de gestión de la demanda aprobados por la Administración, impulsar la eficiencia en la demanda de electricidad y promover ahorro y eficiencia energética.
- **Procurar uso racional de la energía.**
- **Comunicar al MITyC la información que se determine sobre peajes de acceso, precios, consumos, facturaciones y condiciones de venta aplicables a los consumidores.**
- **Realizar la comunicación de inicio de actividad.**
- Contar con instalaciones que reúnan condiciones técnicas y de seguridad reglamentaria.
- **Estar adscritos a un centro de control que les permita consignas del Gestor de la Red.**

7.2.5 Requisitos

La figura 2 recoge los requisitos necesarios para poder actuar como gestor de carga. Se han dividido dichos requisitos en capacidades legales, técnicas y económicas:

Capacidad Legal	Capacidad Técnica	Capacidad Económica
<ul style="list-style-type: none"> • Ser sociedades mercantiles inscritas en el registro • Objeto social acredite su capacidad para vender y comprar energía eléctrica (sin limitaciones o reservas) • Acreditar en sus estatutos el cumplimiento de las exigencias de separación de actividades y de cuentas (en caso de que sea agente del sector eléctrico en dos actividades) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir en cada una de las instalaciones las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias • Contar con las autorizaciones necesarias • Tener suscrito un contrato de peaje de acceso con la empresa distribuidora por cada punto de conexión • Si adquieren energía directamente en el mercado de producción debe cumplir los Procedimientos de Operación Técnica y las Reglas de Funcionamiento y Liquidaciones del mercado de producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Depósito de garantía correspondiente a la contratación del peaje de acceso con la empresa distribuidora • Si en vez de comprar energía a un comercializador, adquieren energía directamente en el mercado de producción debe cumplir los Procedimientos de Operación Técnica y las Reglas de Funcionamiento y Liquidaciones del mercado de producción y presentarlos ante el Operador del Sistema y el Operador del Mercado

Figura 31: Requisitos del Gestor de Carga [20]

7.2.6 Inspección y Seguimiento

La CNE efectuará las tareas de inspección y seguimiento para verificar el cumplimiento de todos los requisitos y obligaciones. La figura 3 muestra el proceso en caso de incumplimiento:

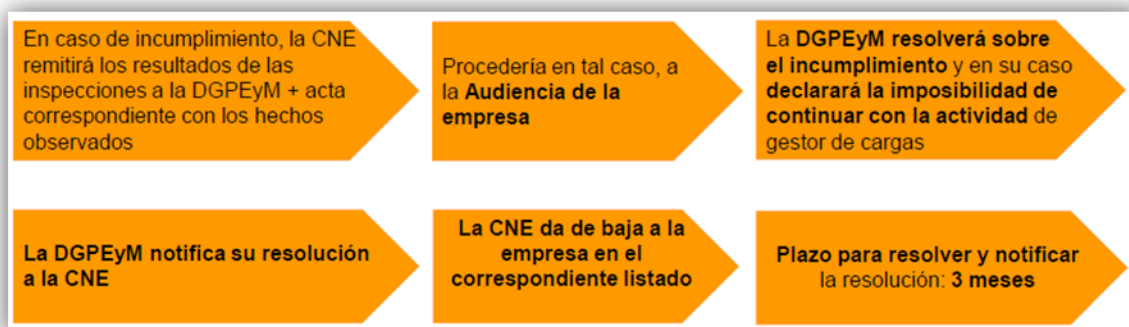


Figura 32: Inspección y seguimiento del Gestor de Carga [20]

Si se detecta un incumplimiento de competencia autonómica, la CNE lo pondrá en conocimiento de la Comunidad Autónoma en cuyo territorio se ubiquen las instalaciones afectadas. Además, la CNE remitirá anualmente un informe a la Secretaría de Estado de Energía con los resultados de las actuaciones de inspección y seguimiento.

7.3 Modificación Ley de Propiedad Horizontal

Además de lo resumido anteriormente, y como respuesta a uno de los puntos abiertos en el informe de la CNE sobre el decreto de 2010 sobre gestores de carga, se modificó la Ley de Propiedad Horizontal para facilitar los trámites a la hora de instalar un punto de recarga en una comunidad de vecinos [20]. El texto dice:

“Si se tratara de instalar en el aparcamiento del edificio un punto de recarga de vehículos eléctricos para uso privado, siempre que éste se ubicara en una plaza individual de garaje, sólo se requerirá la comunicación previa a la comunidad de que se procederá a su instalación. El coste de dicha instalación será asumido íntegramente por el o los interesados directos en la misma.”

7.4 Tarifa super valle

Tal y como dice el marco del decreto-ley, el Vehículo eléctrico supone una nueva demanda de energía eléctrica que, gestionada de forma inteligente, ofrece al sistema eléctrico la posibilidad de mejorar su eficiencia global mediante un aplanamiento de la curva de demanda.

Esto es así siempre y cuando la recarga de los vehículos se realice fundamentalmente durante la noche, cuando los vehículos no están en uso y coincidiendo con los valles de demanda eléctrica del sistema.

Es en estos valles es cuando el coste asociado a la generación de electricidad es menor, dándose además la circunstancia de que trasladar demanda a dichos valles contribuye de forma activa a incrementar la integración de las energías renovables (básicamente eólica) y a reducir, por tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al sistema eléctrico.

La tarifa super valle es una nueva tarifa último recurso (TUR) que permite recargar a bajo coste un coche eléctrico o moto eléctrica durante el horario valle. Este horario valle se tiene que utilizar para recargar un coche eléctrico o moto eléctrica entre la 1 de la madrugada y las 7 de la mañana.

Los horarios de esta tarifa quedan tal y como muestra la siguiente figura.

- P1, 10 horas/día (tarifa más cara).
- P2, 8 horas/día.
- P3, 6 horas/día (Tarifa supervalle).

Invierno y verano:

- P1, 13:00 – 23:00 (tarifa más cara).
- P2, 0:00 – 1:00, 7:00 – 13:00, 23:00 – 24:00.
- P3, 1:00 – 7:00 (Tarifa supervalle).

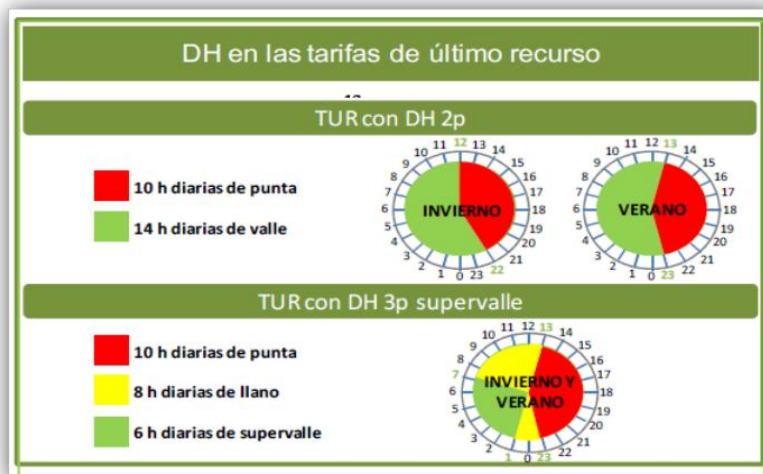


Figura 33: Horario de tarifas vigentes [21]

A diferencia de la TUR con DH 2p, la tarifa supervalle no tiene discriminación entre horario de verano e invierno. Éste era uno de los puntos abiertos por el informe de la CNE sobre el decreto de 2010. Esta diferencia entre estaciones estuvo vigente durante 2011 pero en 2012 se considera un único periodo de 1 a 7 de la mañana durante todo el año.

Los últimos precios vigentes asociados a esta tarifa están reflejados en la siguiente figura. En el apartado 10.2 se realizan cálculos y simulaciones con los precios de cada tarifa para comprobar la rentabilidad real de la tarifa supervalle.

PRECIOS ELECTRICIDAD APLICABLES POR EL CUR A PARTIR DEL 1 DE JUNIO DE 2012 (*)						
Precios a consumidores TUR						
	Colectivo de aplicación	Tp [€/kW año]	Te [€/kWh]			
			Sin DH	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3
TUR sin DH	Pc ≤ 10 kW	21,893189	0,142208	-	-	-
TUR con DH, 2 periodos	Pc ≤ 10 kW	21,893189	-	0,172518	0,060780	-
TUR con DH, 3 periodos	Pc ≤ 10 kW	21,893189	-	0,172358	0,070440	0,054405

Figura 34: Precio de la electricidad según tarifa [21]

8 Gestores de Carga registrados

A día de hoy son sólo seis las empresas habilitadas como gestor de carga en España. La CNE mantiene la lista actualizada [22] figurando en ella Ibil, E.ON, Gas Natural, Iberdrola, Endesa y Sol Ardila. A continuación se describirá brevemente cada una de ellas, indicando sus principales ofertas y características.

A la vista de este estudio, queda claro que el mercado aun está lejos de ofrecer un servicio integral y completo. Sin embargo, llama la atención el hecho de que aun existiendo solamente seis empresas registradas como gestores de carga, haya tantos puntos de recarga públicos en distintas localizaciones. El matiz es que en todas esas localizaciones la recarga es gratuita, y al no considerarse reventa de energía eléctrica no es necesario su registro como gestor de carga. En este punto se detallará también este escenario.

8.1 Ibil

IBIL [17] nace fruto de un acuerdo de colaboración entre el Ente Vasco de la Energía (EVE) y REPSOL. Tras la firma de este acuerdo en octubre de 2009 y la posterior elaboración del plan de negocio, se constituye la sociedad se constituye la sociedad el 13 de octubre de 2010, participada al 50% entre los dos socios promotores.



Figura 35: Logotipo IBIL [17]

IBIL garantiza que toda la energía eléctrica que suministra tiene origen renovable. Para ello, tiene suscrito un contrato de adquisición de electricidad producida en centrales mini hidráulicas.

Además, Euskadi cuenta con el primer centro de control de vehículos eléctricos en España. Es capaz de indicar, entre otras cosas, el consumo mensual de cada usuario y qué puntos de recarga están libres.

El objetivo de Ibil es Poner en marcha en Euskadi inicialmente, y progresivamente en el resto de España, una infraestructura de recarga de vehículos eléctricos en los ámbitos vinculado y público y ofrecer unos servicios añadidos para lograr el desarrollo del uso de este tipo de vehículos con criterios de sostenibilidad y respeto al medio ambiente.

Ibil tiene repartidos en Euskadi los siguientes puntos de recarga, tal y como muestra la siguiente figura:

- 31 semirápida en Modo 3 con un tipo de conector Mennekes.
- 3 rápida a instalar durante 2012.
- 3 Punto de Recarga Lenta en modo 2 con conector Schuko.

Varios de estos puntos de recarga público se encuentran en los aparcamientos de supermercados Eroski, con quien Ibil ha llegado a un acuerdo.



Figura 36: Localización puntos de recarga de IBIL [17]

Además de estos puntos de recarga público, Ibil ofrece la posibilidad de la instalación (alquiler) de un punto de recarga en un domicilio particular por unos 40 euros mensuales (11 euros de consumo energético mínimo y 29 euros en concepto de alquiler). Para comunidades de vecinos también dispone de un producto parecido: Ibil

se encarga de toda la instalación y el cliente abona 350 € de cuota de alta y un mínimo de 70 € mensuales que incluyen: energía, impuesto electricidad, potencia contratada, alquiler aparatos medida y aparatos de recarga. Si se consumen más de 180 kWh/mes (unos 1.000 km mensuales en un coche medio) o fuera del horario superval (de 1:00 a 7:00), los kWh serán facturados a 0,35 €/kWh.

Con este tipo de ofertas y además el puesto de control centralizado, puede considerarse a Ibil el gestor de cargas más adelantado actualmente en España.

8.2 Iberdrola

Iberdrola [21] ha instalado ya más de 100 puntos de recarga para coches eléctricos y tiene planes de incrementar 'significativamente' el número de estaciones que gestiona durante los próximos años.



Figura 37: Punto de recarga de Iberdrola

No obstante, la compañía aun no tiene ofertas concretas o un puesto de control centralizado para sus puntos de recarga como Ibil, aunque figura en los planes de la empresa. Lo que sí ofrece Iberdrola a sus clientes es la posibilidad de adquirir un coche, moto o bicicleta eléctrica a través de ella con ayudas de financiación y trámites. Junto con esa adquisición se facilita también la guía para utilizar sus puntos de recarga. En estos momentos, a como todavía no dispone de un centro de control para sus puntos, Iberdrola está desarrollando un seguimiento a través de Facebook de sus puntos de Recarga de Valladolid y Palencia [23].



Figura 38: Logotipo Plan Iberdrola en Valladolid y Palencia [23]

8.3 Gas Natural FENOSA

GAS NATURAL FENOSA, a través de BlueMobility Systems, participa en el Plan MOBEGA (Plan de Movilidad Eléctrica de Galicia), impulsado por el Clúster de Empresas de Automoción de Galicia (CEAGA) en colaboración con la Xunta de Galicia, que promueve el uso del automóvil eléctrico en Galicia.

El proyecto MOBEGA [24] permite alquilar un vehículo eléctrico, en alguna de las siete grandes ciudades gallegas, por un precio simbólico de 15 euros durante un día completo o durante todo un fin de semana por una tarifa especial de 29,50 euros. Esta acción, que tiene como objetivo que los usuarios se familiaricen con el uso del coche eléctrico, estará vigente hasta diciembre de 2012.

De momento el plan solo dispone de 7 puntos de recarga tiene en las siete principales ciudades gallegas.



Figura 39: Logotipo Mobega [24]

8.4 E.ON

E.On ha puesto en marcha el programa E-mobility para promocionar el uso del coche eléctrico, cuyo objetivo es lograr un transporte más limpio y menos dependiente de los combustibles fósiles. El proyecto dispone de cuatro puntos de recarga en Santander [25].



Figura 40: logotipo gestor de carga de E-on [25]

8.5 ENDESA

A pesar de que Endesa [26] ha instalado varios puntos eléctricos desde el comienzo del plan MOVELE, ha sido la última gran eléctrica española en registrarse como gestor de cargas. Al igual que las demás (a excepción de IBIL) aun no cuenta con una infraestructura propia. Los puntos de recarga de Endesa situados en las vías públicas están adscritos a los planes concretos de cada ciudad y son gratuitos, por lo que no tiene necesidad de cumplir con los requisitos especificados en el BOE de momento. Lo que sí ofrece en cambio es la instalación de puntos de recarga en viviendas particulares y los acompaña con una tarifa denominada “Tarifa Verde” que no es más que la tarifa supervalve descrita anteriormente.

8.6 SOL ARDILA S.L.

Se trata de una pequeña empresa de Badajoz que presta servicios de consultoría relacionados con la explotación energética de centrales de energía renovables así como la promoción, gestión, comercialización y mantenimiento de todo tipo de energías renovables. Lo más representativo de este gestor de cargas es que representa la primera PYME registrada como gestor de cargas lo que abre el camino a la explotación de la figura del gestor de cargas también a pequeña escala.

8.7 Recarga gratuita

Esta situación es la más extendida en España a excepción del País Vasco donde Ibil es líder. Para hacerse una idea, España cuenta con 771 puntos de recarga [27] de los cuales solo 47 pertenecen a un gestor de carga registrado como tal capaz de cobrar por su utilización.

El resto, situados principalmente en aceras, aparcamientos públicos y centros comerciales son totalmente gratuitos. Podría parecer extraño, pero dado el reducido número de vehículos eléctricos matriculados, el coste de esta energía es prácticamente despreciable. Sin duda, cuando las cifras de venta vehículos eléctricos aumenten, esto cambiará y será el escenario real en el que los gestores de carga deberán funcionar tal y como están definidos en el BOE.

Esta circunstancia no está muy lejos de ocurrir. El pasado mes de Junio, el ayuntamiento de Madrid tomó la decisión de dejar de financiar esta energía eléctrica a partir de 2013 [28]. Por lo tanto, el año que viene todos los puntos de recarga de la capital dejarán de ser gratuitos y en consecuencia, deberán estar asociados a un gestor de carga. Aun no ha sido decidido cómo se procederá, aunque lo más probable es que se delegue en alguna de las compañías eléctricas que están actualmente registradas como gestor de cargas. Otra solución sería que el ayuntamiento de Madrid comenzara a cobrar por la recarga al igual que lo hacen otras ciudades europeas. En ese caso, sería el ayuntamiento el que tendría que registrarse como gestor de cargas y cumplir igualmente con los requisitos estipulados.

Aunque puede parecer que la medida perjudica al impulso del coche eléctrico ya que los usuarios tendrán que comenzar a pagar por la energía, no tiene por qué ser así. El servicio de estos puntos de recarga podrá verse mejorado notablemente, por un lado porque tendrán una financiación directa y por otro porque tendrán que cumplir los requisitos mencionados en el BOE. El hecho de ser una recarga gratuita eximía, en este caso al ayuntamiento de Madrid, de cumplir algunos de los requisitos más básicos de estos puntos de recarga públicos. En el apartado 10 se detallan los principales problemas de estos puntos y posibles soluciones.

9 Situación en otros países

En el siguiente capítulo se dará una visión general del estado del vehículo eléctrico y de los gestores de carga en otros países con el objetivo de valorar en qué situación se encuentra España en comparación al resto del mundo.

9.1 Estados Unidos

Estados Unidos es un país de larga tradición petrolera, tanto como productor como importador. El vehículo eléctrico allí no ha sido un tema a considerar seriamente hasta prácticamente el inicio de 2011. Desde esa fecha las medidas de apoyo a este vehículo no han parado de crecer. Por ejemplo, se creó una ayuda por la compra de un vehículo eléctrico de 7500 dólares (unos 5600 euros) y que se está estudiando actualmente en ascenderla a 10000 dólares. Actualmente se calcula que Estados Unidos circula algo menos de 15000 vehículos eléctricos [29].

En cuanto a puntos de recarga, en la siguiente tabla se puede comprobar como, en comparación con la extensión y número de habitantes de EEUU, los puntos de recarga disponibles eran muy escasos en Abril de 2011 y de qué vertiginosa forma están ascendiendo. En solo un año se han instalado casi 6000 puntos de recarga nuevos.

Tabla 4: Evolución puntos de recarga en EEUU [29]

Puntos de Recarga en EEUU	
Marzo 2012	6304 estaciones
Febrero 2012	5507 estaciones
Noviembre 2011	4917 estaciones
Agosto 2011	2916 estaciones
Abril 2011	750 estaciones

En la siguiente figura puede comprobarse su distribución a lo largo del territorio. Como era de esperar, la densidad de estos puntos aumenta en las zonas de grandes ciudades.



Figura 41: localización actual de los puntos de recarga en EEUU [29]

Mención especial merece el estado de California, impulsor del vehículo eléctrico en todo el país. Es este estado el que cuenta con mayores proyectos en marcha como por ejemplo la primera autopista preparada para vehículos eléctricos. Los 600 kilómetros que separan Los Ángeles de San Francisco están dotados de varias estaciones de carga rápida que permiten a un vehículo eléctrico salvar esa distancia, a priori imposible por su autonomía.

Por otro lado, en el ámbito legal, en Estados Unidos al igual que en España está prohibida la reventa de energía eléctrica a no ser que se trate de una institución pública. Esto presenta un obstáculo claro para la empresa privada y para el avance de la red de carga. Se están dando algunos pasos para solucionar el problema, California ha sido el primer estado en cambiar la ley de tal forma que en Enero de 2012 se inauguró la primera estación de recarga privada a cargo de la empresa Colliers International [30].

9.2 Japón

A finales de Septiembre de 2010 el gobierno japonés agotó los 7000 millones que tenía presupuestado en subvencionar la movilidad cero emisiones. Pero sin duda el acontecimiento más importante ocurrido en este país es la creación del estándar CHAdeMO. En el año 2010, algunos de los principales fabricantes japoneses de automóviles y TEPCO se asocian, bajo el nombre de CHAdeMO, con el objetivo de aumentar el número de las instalaciones de recarga rápida en todo el mundo, que consideran indispensable para la difusión de los vehículos eléctricos y para estandarizar la manera de recarga de los vehículos [31].

9.3 UK

El Reino Unido está muy avanzado en lo que puntos de recarga se refiere. Tiene un total de 2400 puntos de recarga de los cuales una gran proporción es tipo 3 y otros 45 puntos son de tipo 4 (rápidos). Además disponen de toda la información centralizada en la página <http://www.nextgreencar.com/electric-cars/charging-points.php> [32] como puede verse en la siguiente figura. Para cada punto del reino unido podemos comprobar su dirección (foto de street view incluida), tipo de recarga, tipo de conector, características de la corriente de salida, precio, teléfono de atención, y otros comentarios.

Elektromotive Limited pretende ampliar ese número creando una red de hasta 10.000 postes que, facilitando el acceso a cualquier tipo de usuarios, ofrecerá un sistema abierto en el que los usuarios de vehículos eléctricos puedan cargarlos utilizando sus teléfonos móviles para localizar los puestos y realizar los pagos [33].

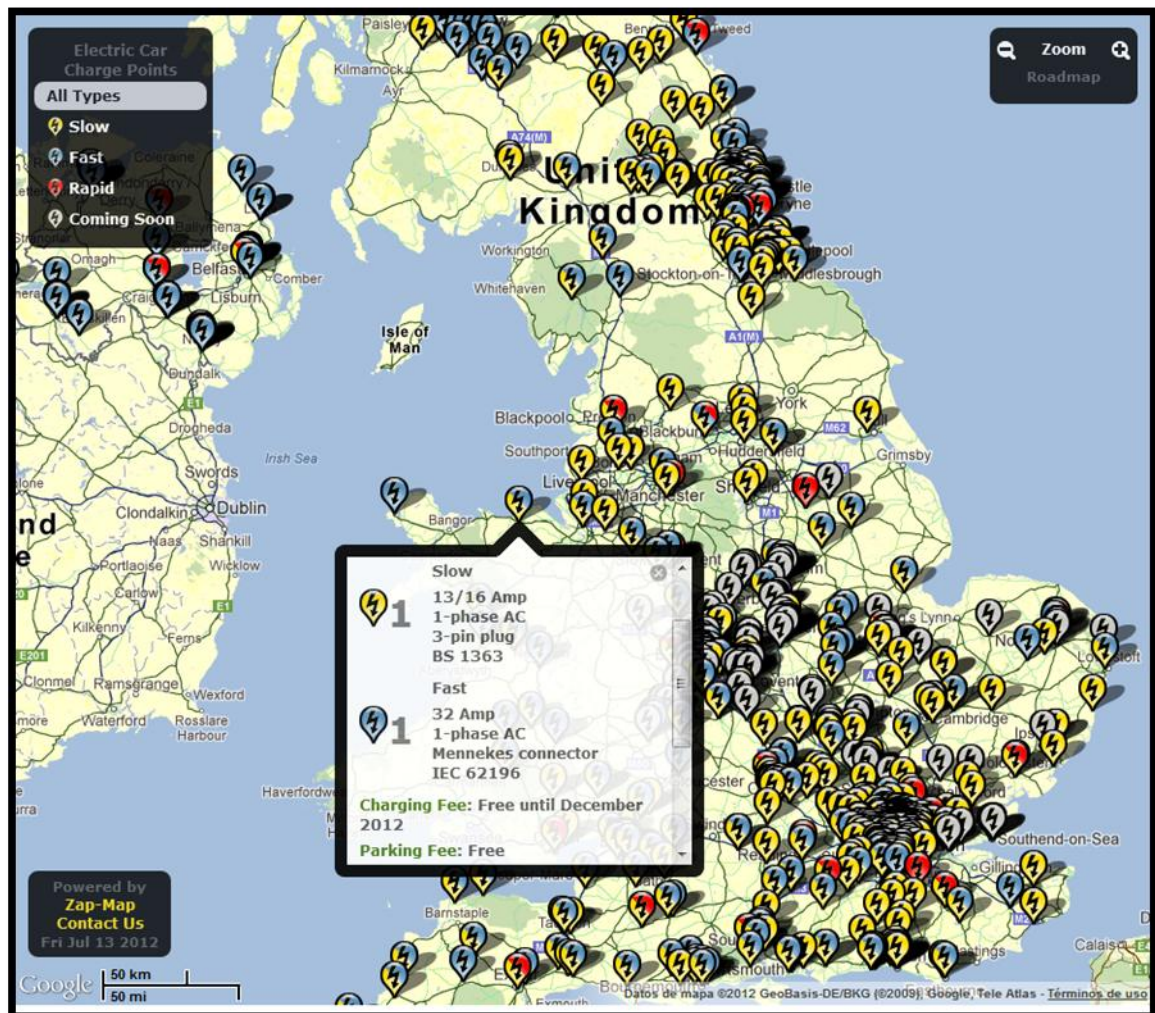


Figura 42: Mapa interactivo con los puntos de recarga en UK [32]

9.4 Francia

Francia es a través de Renault, uno de los principales países europeos impulsores de esta tecnología. El país cuenta actualmente con 2629 coches eléctricos en sus carreteras. Sin embargo esta cifra es engañosa, porque de todos ellos, solo unos 500 vehículos son de particulares [34]. El resto corresponde a distintas flotas (como correos) que están renovando sus vehículos por vehículos eléctricos de Renault.

Sobre la compra del vehículo, Francia tiene también ciertos incentivos como hasta 5000 euros de rebaja y exención del impuesto de vehículo.

Respecto a los gestores de carga, Francia, de momento Francia lo gestiona a través de Autolib [35], un servicio público que ofrece además de la red de carga, la posibilidad de alquilar vehículos eléctricos, información sobre ellos etc... Sería el equivalente al plan Movele en España. Sin embargo en Francia este servicio no es gratuito. El servicio cuesta 180 euros al año y ofrece la posibilidad de recargar en cualquier punto Autolib del país. Además de estos puntos Francia cuenta con otros gratuitos situados en centros comerciales, estaciones de tren etc...

9.5 Alemania

La estrategia de Alemania es convertirse en uno de los primeros vendedores y uno de los principales mercados mundiales para el coche eléctrico, dicho país cuenta con algunos de los fabricantes de vehículos más importantes a nivel mundial.

El gobierno alemán espera que para el año 2020 el número de vehículos eléctricos se sitúe en torno al millón y en seis millones para el 2030. Para ello, Berlín espera doblar a 2.000 millones de euros en total las subvenciones a la investigación y al desarrollo del vehículo eléctrico, pero sin otorgar una prima directa a la compra del coche [36].

Algunas de las iniciativas que se están llevando a cabo en Alemania son:

El fabricante de coches Daimler AG y la empresa RWE AG están desarrollando un proyecto conjunto de coche eléctrico y puntos de recarga en Berlín, llamado "e-mobility Berlin". Se trata de una experiencia piloto que tiene por objetivo instalar 500 puntos de recarga para vehículos eléctricos en Berlín. El proveedor de energía RWE se encarga de instalar las estaciones de carga. El proyecto está financiado en su mayoría por fondos públicos debido a su potencial para el estudio de infraestructuras sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

RWE y Daimler también colaboran entre sí, desarrollando un sistema inteligente de cobro. Un protocolo de comunicación entre el punto de recarga y el Smart asegura el

pago automático de la electricidad a repostar. Dado que estas estaciones de energía cuentan con una mayor potencia que una red eléctrica casera, el proceso de recarga de los vehículos eléctricos rondaría los diez o quince minutos de media. Este proyecto también tiene detractores, cuyo núcleo principal de protesta se halla en la sostenibilidad a gran escala de esta infraestructura.

9.6 Situación de España

La siguiente tabla refleja la situación de España comparada con la de otros países relevantes en el sector del vehículo eléctrico. Se ha incluido el número de vehículos eléctricos de cada país, número de puntos de recarga y principales ayudas para impulsar esta tecnología.

Resulta claro que aunque España no está a la cabeza en el desarrollo de esta tecnología, sí que cuenta con suficiente infraestructura como para no quedarse descolgada de un avance global y poder asimilar más vehículos eléctricos en los próximos años. Destaca también la situación de Noruega, que siendo un país con tan solo 5 millones de habitantes, productor de petróleo y sin ser un fabricante importante de esta tecnología lidera el ranking de países europeos tanto por número de vehículos como por número de puntos de recarga.

Tabla 5: comparativa países (elaboración propia)

País	NºVE	NºPR	Medidas
UK	2500	2400	Hasta 5000 libras de descuento.
			Aparcamiento y recarga eléctrica en Londres por 100 libras al año
			Impuesto de circulación gratuito el primer año
Alemania	3700	700	Reducción de impuestos indirectos.
Noruega	4500	3500	Exención de impuestos indirectos.
			Posibilidad de circular en carriles bus
			Aparcamiento gratuito en Oslo

Francia	2656	1000	Hasta 5000 euros de descuento.
			Exención de impuestos
España	1755	771	Hasta 6500 euros de descuento
			Exención de impuestos
			Aparcamiento gratuito en Madrid
Estados Unidos	15000	6304	Hasta 7500 dolares de descuento

10 Conclusiones

Tras el estudio realizado pueden identificarse ciertos puntos que condicionan la viabilidad tanto económica como técnica y legal de esta tecnología. A continuación se presentarán las conclusiones, posibles mejoras y soluciones a los principales puntos clave relacionados con los gestores de carga.

10.1 Curva de demanda eléctrica.

Tal y como fue explicado en el apartado 7.4, recargando las baterías en los periodos de menor consumo (entre la 01:00 y las 07:00 horas de la mañana) se ayudaría a aplanar la curva al disminuir las diferencias producidas entre las horas punta (o periodos de mayor consumo) y las horas de menor consumo eléctrico.

Por otro lado, la recarga en este periodo facilitaría la integración de las energías renovables en el sistema en condiciones de seguridad. La producción de energía eólica es muy variable y con frecuencia aumenta durante la noche, cuando no siempre es posible integrarla en el sistema si la oferta es mayor que la demanda de electricidad. Por eso, recargar los vehículos eléctricos durante las horas nocturnas permitiría aprovechar mejor la energía disponible y reducir los casos en los que los parques eólicos se desconectan, porque su producción excede los límites de seguridad del sistema eléctrico.

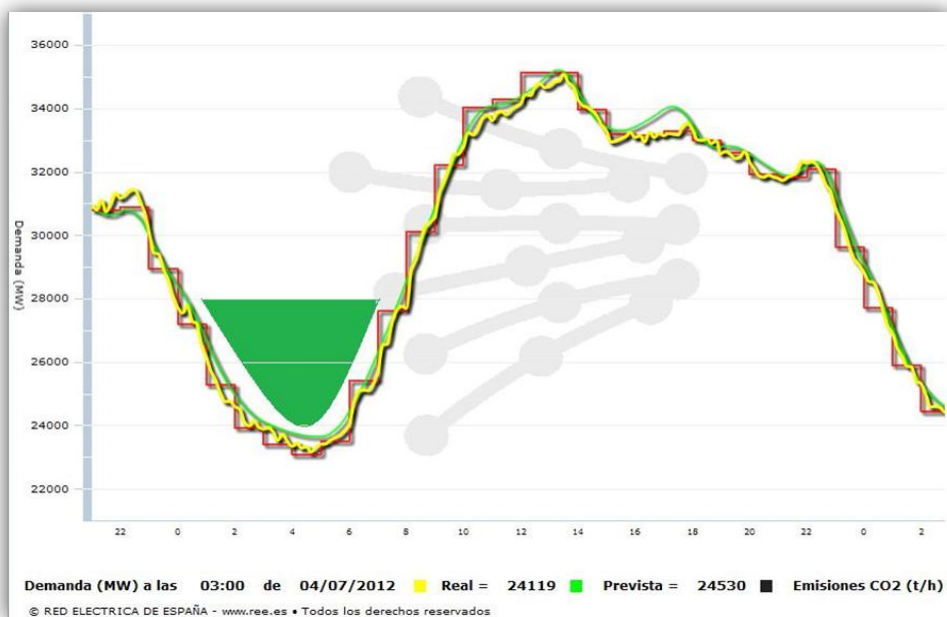


Figura 43: Aplanamiento de la Curva de Demanda mediante recargas en hora valle [37]

Se calcula, según REE que en los próximos años sería posible alimentar hasta la cuarta parte del parque automovilístico español, sin inversiones adicionales en generación y en la red de transporte, si se hace una recarga lenta nocturna [38].

Por otro lado, si el sistema es ineficiente y la recarga se efectúa durante los periodos punta del día, la curva de demanda experimentará una diferencia aún más grande entre los periodos de mayor y menor consumo eléctrico.

Esto requerirá un sobredimensionamiento de las infraestructuras de generación y transporte, e incrementará las emisiones de CO₂ al ser necesaria en las horas punta una mayor aportación de las centrales térmicas. En este caso, la introducción del vehículo eléctrico impactaría de forma negativa en la curva de demanda y en la emisión de gases tal y como puede apreciarse en la siguiente imagen.

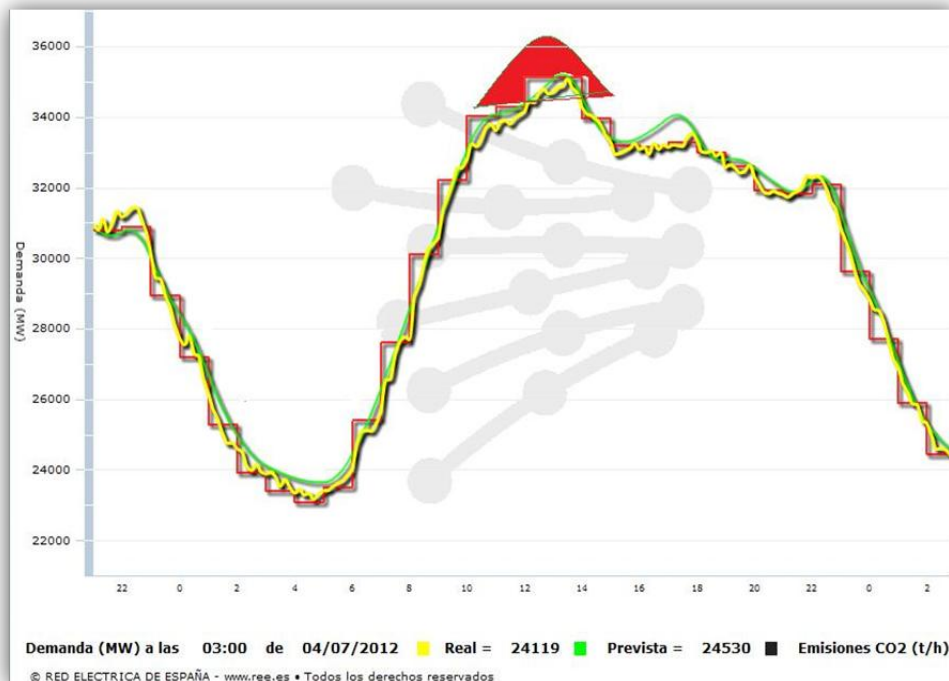


Figura 44: Empeoramiento de la Curva de Demanda por recarga en horas pico [37]

En este sentido, las redes inteligentes descritas en el capítulo 0 supondrían la mejor opción posible, actuando las baterías del vehículo eléctrico como fuentes de energía en horas punta y consumidoras en horas valle. Esto aplanaría mucho la curva de demanda e integraría casi totalmente las renovables.

En puntos de recarga privados, conseguir un sistema eficiente no plantea demasiadas dificultades, ya que el gestor de carga o el propio usuario podrían programar la recarga. La tarifa supervalve explicada en el capítulo 7.4 trata de ser un reclamo económico en esa dirección.

Más confusa resulta por el contrario la aplicación de esta idea a los puntos de recarga públicos. Los puntos de recarga públicos suministran energía nada más conectar el vehículo sin atender a horarios. Sin embargo si la normativa horaria y de uso de estos puntos estuviera bien definida y además existiera un centro de control global se podría aplicar esta idea. El gestor de carga podría controlar los flujos de carga en función del estado de la red o por ejemplo programar las recargas en periodos de valle y supervalle, cuando el estacionamiento deja de estar regulado.

10.2 Rentabilidad de la tarifa supervalle

La tarifa supervalle, tal y como se explicó en el capítulo 7.4, aparece con el objetivo de trasladar los periodos de carga del vehículo eléctrico a horas en que la energía eléctrica es poco demandada. Los precios actuales y horarios desde el 1 de Junio de 2012 pueden representarse de forma gráfica de la siguiente manera:

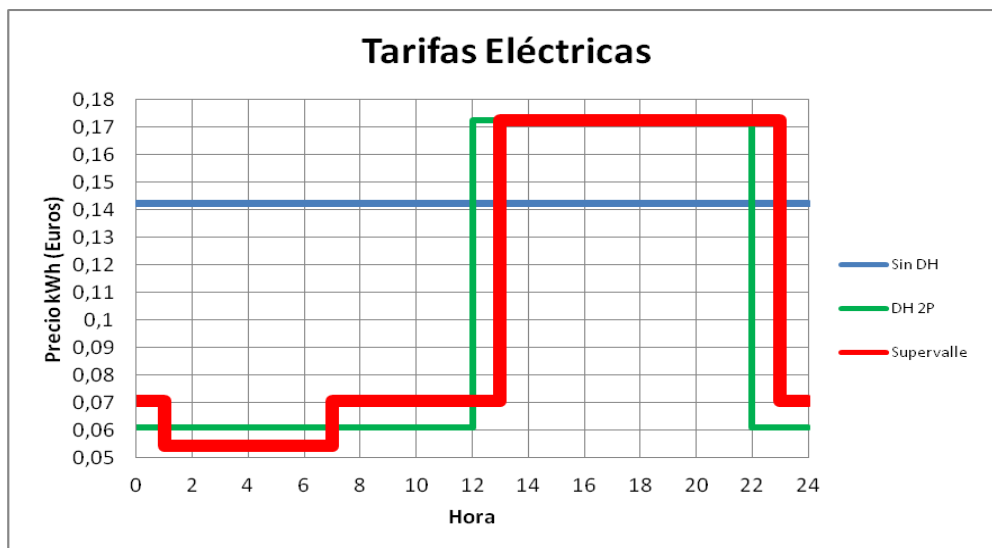


Figura 45: Comparativa de tarifas eléctricas por hora (elaboración propia)

A primera vista puede apreciarse que la diferencia entre las tarifas divididas en 2 periodos y 3 periodos (supervalle) no es muy grande. De hecho, como valor medio, la tarifa supervalle se sitúa ligeramente por encima de la tarifa en dos periodos con 0,10734 euros y 0,10890 euros el kWh respectivamente.

Con la tarifa de discriminación horaria de dos periodos (antigua tarifa nocturna), recargar un coche, un cuadriciclo o una moto eléctrica durante la noche, entre las 22 las 12 horas, cuesta 0,06078 euros/kWh más el 18% de IVA. Ahora con la tarifa de discriminación horaria de tres franjas, en la franja supervalle entre la 1 y las 7 horas, el precio del kWh es de 0,05441 euros. El inconveniente de la nueva tarifa es que se encarece el precio del kWh en las horas de tarifa valle, entre las 22 y 1 horas, y entre las 7 y las 12 horas.

Es decir, que hay seis horas para recargar las baterías del vehículo eléctrico de forma algo más barata que antes, pero ocho horas algo más caras. El kWh en franja valle se queda en 0,07044 euros, en lugar de 0,06078 euros. Si las baterías tienen mucha capacidad, o si están muy descargadas, y requieren más de seis horas, se recargarán fuera de la tarifa supervalle.

El precio del kWh en tarifa punta con discriminación horaria de tres franjas, apenas baja con respecto al de la tarifa de dos franjas, son 0,172358 euros, frente a 0,172517 euros. En la tarifa normal, sin franjas horarias, el precio del kWh es de 0,142208 euros. Todos estos precios deben incrementarse al final con el IVA del 18%, como siempre.

Por ejemplo, la batería del Nissan Leaf es de 24 kWh, tarda en cargarse completamente unas 8 horas y tiene autonomía aproximada de 150 km. La siguiente tabla presenta lo que costaría (IVA incluido) recargar la batería en cada una de las tres tarifas. Dado que el periodo supervalle es de 6 horas y la recarga completa es de 8 horas se han supuesto dos casos: el caso de una recarga completa durante la misma noche, es decir 6 horas de periodo supervalle y 2 de periodo valle, y el caso de toda la batería en periodo supervalle (dos noches). Esto último resulta fácil si en el domicilio está instalado algún punto de recarga inteligente.

Tabla 6: Comparativa de precios de recarga según tarifa eléctrica (elaboración propia)

	Sin DH	DH 2P	Supervalle+Valle	Supervalle
Recarga Batería (Euros)	4,03	1,72	1,65	1,3
Precio 100 km (Euros)	2,68	1,15	1,1	0,87
Comparación Supervalle	207,90%	32,12%	26,17%	/

En cualquiera de las dos hipótesis, una recarga con tarifa supervalle es más barata que en una tarifa de dos periodos. Sin embargo, para que la diferencia sea significativamente rentable la recarga debe ser puramente en periodo supervalle, en caso contrario sería prácticamente igual que la tarifa en dos periodos o incluso más cara. Por otro lado, hay que tener en cuenta que con una tarifa supervalle, el resto de electrodomésticos consumidores de electricidad que utilicemos durante horas valle serán más caros que en tarifa de dos periodos.

Aunque no sea el principal objeto de este trabajo, solo como referencia, el Renault Megane tiene un consumo de 4,4 litros cada 100 km. Esto supone (con un precio de diesel de 1,215 euros por litro) un total de 5,346 euros cada 100 km. Se trata de un 514% más caro respecto a una recarga completa en periodo supervalle.

Por tanto, la tarifa supervalle no supone un verdadero ahorro, a menos que se tenga un control muy exhaustivo tanto del coche eléctrico como del resto de electrodomésticos. En cualquier caso, queda claro que la tarifa sin discriminación horaria es mucho más cara y quedaría prácticamente descartada.

10.3 Localización de puntos de recarga

En realidad, si comparamos el número de puntos de recarga con el número de vehículos que hay actualmente en España, se podría concluir que hay más de los necesarios. A principios de 2012 existían 1342 vehículos eléctricos matriculados en España y más de 700 puntos de recarga públicos [39], por lo que hay un punto de recarga público para cada dos coches, sin contar con los instalados en garajes privados.

Sin embargo, el problema viene en la localización de los mismos. A la vista de la siguiente figura, parece claro que existen suficientes puntos de recarga en las principales ciudades. Ahora bien, la movilidad entre distintas poblaciones se hace prácticamente imposible. Por ejemplo, si se quisiera viajar de Madrid a Barcelona en coche, el único puntos de recarga intermedio estaría situado en Zaragoza, que está a casi 400 km de Madrid. Ningún vehículo eléctrico en el mercado actual tiene esa autonomía. Ni siquiera hace falta plantearse una situación de un viaje tan largo; Segovia a unos 100 km de Madrid resulta inaccesible en un viaje de ida y vuelta para la gran mayoría de los vehículos eléctricos.



Figura 46: Distribución de los Puntos de Recarga en España [27]

Los planes estatales y regionales para la integración del vehículo eléctrico deberían realizar un estudio para la instalación de puntos de recarga situados estratégicamente. Es decir, centrarse en crear una red práctica y viable en lugar del número total de puntos instalados. A este respecto, puede incentivarse llegando a algún acuerdo entre el estado y los gestores de carga, por ejemplo subvencionando estos puntos o dándoles el derecho a aumentar el precio de la energía en este tipo de localizaciones para que sea más rentable.

Lo ideal sería establecer una red de puntos de recarga rápida (recarga en MODO 4 de unos 20 minutos) a lo largo de las principales autovías. El siguiente mapa pretende estimar el número aproximado de puntos de recarga rápida necesarios para hacer viable el acceder a cualquier ciudad principal de la península mediante un vehículo eléctrico. Se ha tenido en cuenta una autonomía aproximada de 150 km y también que en las principales ciudades existen suficientes puntos de recarga lenta como para recargar el vehículo ya en el destino. Puede accederse al mapa vía web a través del siguiente link: <http://goo.gl/maps/IWXw>



Figura 47: Propuesta de distribución de Puntos de Recarga Rápida para posibilitar el desplazamiento en vehículo eléctrico entre capitales de provincia (elaboración propia <http://goo.gl/maps/IWXw>)

El número de puntos que resulta es de 81 puntos de recarga rápida. El precio aproximado de un punto de recarga rápida ronda los 15 000 euros [39], lo que supone una inversión de 1.200.000 euros (a los que hay que añadir por supuesto otros costes, como distribución, instalación, etc...). Por otro lado, el fabricante Nissan se ha comprometido a instalar 43 puntos de recarga rápida en su red de concesionarios donde está a la venta el Nissan Leaf. Aunque no estarán distribuidos de la forma más óptima posible abarata sin duda el cálculo anterior y lo hace totalmente viable.

No obstante, se hace necesario puntualizar algunas características sobre los puntos de recarga rápido.

- La falta de estandarización es aun más acusada que en la recarga lenta. La estrategia de Nissan es la de instalar puntos de recarga rápida con su tecnología de forma que incline la balanza hacia su favor y otros fabricantes se adhieran a esa tecnología Chademo 5.2.4. Lo que resulta claro, es que la red anteriormente propuesta no tiene sentido si hace falta una red diferente para cada estándar de recarga rápida. Para más información acerca de la estandarización consultar la sección 10.4
- La recarga rápida hace envejecer más rápido a las actuales baterías de ion litio. Por tanto, no sería conveniente este tipo de recarga a diario. Dado que la propuesta aquí descrita se basa en largos recorridos, a priori poco frecuentes, no resulta un gran inconveniente. Sin embargo, es de suponer que a medida que evolucione la tecnología también lo hará el de las baterías.
- A la red eléctrica puede suponerle un gran desequilibrio las recargas rápidas, sobre todo dependiendo de la hora y de la curva de demanda. Dado el bajo número de vehículos eléctricos actuales, eso no supone una gran barrera hoy en día. Sin embargo, a largo plazo puede resultar un gran inconveniente. Una posible solución es la instalación junto al punto de recarga rápido una serie de baterías, que se recarguen en horas valle para que luego transmitan esa energía almacenada a los vehículos eléctricos en horas punta. Lo malo de este método es que encarecería considerablemente el punto de recarga rápido.

10.4 Estandarización

Algo crucial para garantizar la interoperabilidad de diferentes agentes del sector y asegurar que cualquier usuario podrá recargar en cualquier punto de recarga independientemente del gestor de carga al que esté asociado, se tiene que asegurar un interfaz tecnológico de identificación común y compatible en todos los puntos de recarga. De esta forma los puntos de recarga disponibles para un usuario se multiplicarían considerablemente. El problema radica en que las tarjetas de identificación y autenticación pueden tener diferentes tecnologías integradas como RFID, chip de contacto, Bluetooth, etc. y es necesario asegurar una tecnología de acceso común en todos los puntos de recarga para asegurar la interoperabilidad del sistema.

A día de hoy no existen estándares definidos ni comunicación entre sistemas. Existen varias iniciativas en este sentido, por ejemplo los ayuntamientos de Madrid, Barcelona y la Junta de Castilla y León han llegado a un acuerdo para que con una misma tarjeta el usuario pueda recargar en los puntos de Recarga adscritos al plan Movele de esas ciudades. Sin embargo, por ejemplo en Barcelona, para poder activar cada uno de los puntos de recarga es su propio Centro de Control el que valida al usuario. Por lo tanto, un usuario de Madrid que quiera recargar en Barcelona debe ponerse en contacto con dicho Centro de Control previamente para poder utilizar el sistema.

En cuanto a Europa, existe un proyecto común denominado EV Ready [40] impulsado por Renault y Scheneider Electric para promover la armonización de una infraestructura pública de recarga que permita que los usuarios de vehículos eléctricos puedan utilizar cualquier punto de recarga en cualquier parte de Europa. A esta iniciativa se han unido fabricantes como Nissan, Peugeot, Citroën y Mitsubishi.



Figura 48: Empresas participantes del proyecto EV Ready

Sin embargo la tecnología y protocolo de acceso no es el único problema que debe solucionarse. La base de datos de usuarios debe ser compartida, o al menos accesible entre los distintos gestores de carga para poder dar el servicio correcto a cada uno de los clientes. Esto que a priori puede parecer muy complicado, no lo es tanto si se tienen en cuenta que existen otros sistemas, como el roaming en telefonía móvil, donde esto funciona correctamente.

Por último en los puntos de recarga rápidos y semirrápidos también debería apostarse por una misma tecnología, aunque esto puede limitar bastante a los fabricantes que aun no se han puesto de acuerdo en un solo estándar.

Con respecto al decreto publicado en BOE, la normativa incluye uno de los deberes que dice:

“Estar adscritos a un centro de control que les permita consignas del Gestor de la Red.”

Este deber podría ampliarse uno, indicando el compromiso a adoptar un estándar de acceso común. Éste estándar no tendría por qué definirse en el BOE sino que podría indicarse que será la Comisión Nacional de la Energía la que ocupe de recoger un protocolo único para todos los gestores de carga.

10.5 Seguro del vehículo

A día de hoy no existen pólizas de seguro concretas asociadas al vehículo eléctrico. Eso supone cierta falta de concreción en algunas particularidades propias únicamente de los vehículos eléctricos.

Los planes para la integración del vehículo eléctrico deberían desarrollar y buscar un acuerdo con las aseguradoras ya que la falta de esta información es una barrera más que puede encontrarse un cliente potencial que esté pensando en adquirir un vehículo eléctrico. La única referencia específica encontrada a vehículos eléctricos es la “póliza ecológica” de Mapfre. Básicamente contiene los mismos servicios que una póliza normal, pero con una importante ventaja económica de hasta el 42% para vehículos eléctricos, híbridos o que generen menos de 120 g de CO₂ por km [41]. Es una buena iniciativa pero en la que siguen faltando preocupaciones propias de un vehículo eléctrico.



Figura 49: Tarifa Mapfre para vehículos de baja emisión [41]

Algunos puntos que deberían concretarse son los siguientes:

- **Batería:** es una de las partes más caras del vehículo eléctrico. Además de la garantía propia del fabricante, puede ser interesante la cobertura de la batería durante su vida útil estimada. Algunos fabricantes como Renault está apostando por el alquiler de las baterías, en estos casos, el usuario queda libre de los posibles problemas que pueda tener la batería de su coche eléctrico.
- **Autonomía:** servicio especial de carga o recambio de batería en carretera en caso de que la batería se agote sin haber conseguido llegar a un punto de recarga. Es cierto que el servicio de grúa y asistencia a carretera está incluido en los seguros, pero pueden añadirse o concretarse nuevas coberturas específicas como las mencionadas anteriormente.
- **Cable de carga.** Este es uno de los puntos principales. Se han descrito a lo largo del trabajo sus diferentes estándares según la norma IEC, sus protecciones eléctricas, la comunicación bidireccional entre el Punto de Recarga y el Vehículo Eléctrico... Sin embargo, un aspecto fundamental y práctico y que supone una gran incógnita o cuanto menos preocupación en un usuario es el hecho de dejar el coche enchufado toda la noche en la calle a un poste con la

clavija del coche abierta. Se ha hablado de cómo el cable queda anclado durante el proceso de carga, pero aún así no deja de transmitir una situación de vulnerabilidad ante robos, vandalismo, lluvia, suciedad... Posibles soluciones a esta situación son las siguientes:

- Cláusula en el seguro del vehículo: al igual que existe de forma extendida la cobertura ante la rotura de lunas, puede desarrollarse algo parecido para el cable de carga.
- Puede apuntarse al gestor de cargas como el responsable de la seguridad del conjunto y que sea éste el que tenga que asegurar cada punto de recarga. Esto podría incluirse en la normativa legal publicada en el BOE. A cambio, podría darse al gestor de carga el derecho a elegir la ubicación del Punto de Recarga. Por ejemplo podrían ubicarse frente espacios dotados de cámaras de seguridad y bien iluminados como oficinas bancarias, hoteles, principales avenidas, edificios gubernamentales... o los alrededores de parques de bomberos, comisarías... De esta forma además de mejorar la seguridad y sobre todo “sensación de seguridad”, aumentaría la visibilidad de este tipo de vehículos mejorando la penetración en la sociedad.

10.6 Mejoras en Puntos de Recarga Públicos

Los puntos de recarga repartidos por Madrid funcionan en MODO 2. Esto quiere decir, tal y como se explicó en el apartado 8.7 que la gestión de la carga la realiza el dispositivo electrónico situado en el cable. Este método es útil para recargas en domicilios particulares, pero supone una gran serie de desventajas para recargas públicas. La mayoría de puntos a mejorar descritos a continuación podrían solucionarse si el punto de recarga funcionara en MODO 3, donde la gestión está integrada en el punto de recarga. La instalación de punto de recarga en este modo es más cara, pero la calidad del servicio que puede llegar a ofrecer puede merecer la pena. Por lo menos, cierto porcentaje de estos puntos de recarga deberían ser en este modo. A continuación se detallan los principales puntos a mejorar para este tipo de puntos de recarga:

- No existe un estándar común de estos puntos de recarga. Aunque se trata de puntos de recarga en MODO 2, en los que la gestión se realiza a través del dispositivo electrónico incluido en el cable y el enchufe es un conector Sulko convencional, existen algunos problemas en cuanto tamaños y formas de la clavija. En algunos puntos, determinados modelos de cable no encajan correctamente. Por ejemplo el cable del Nissan Leaf no cabe en el espacio entre la trampilla y el enchufe. El diseño de los puntos de recarga debería ser lo suficientemente versátil como para que cualquier enchufe pueda encajar sin problemas.

- No aparece ninguna descripción técnica en el punto de recarga. Debería aparecer el voltaje y amperaje como mínimo. Si funcionaran en MODO 3, esta información podría aparecer en pantalla. Además en MODO 3, el software del punto de recarga puede estar conectado a un centro de gestión de incidencias, donde cualquier problema podría ser solucionado o al menos registrado automáticamente.
- Además de no aparecer ningún tipo de detalle técnico tampoco existe una forma de contacto con la administración del punto de recarga. Esto es útil ya que aparte de los usuarios directos, cualquier viandante podría informar de una incidencia. Por ejemplo, los puntos de recarga en UK llevan la siguiente información:



Figura 50: Ejemplo de distintivos en Puntos de Recarga en UK

- No existe ninguna indicación del estado del punto de recarga de tal forma que la única manera de saber si el vehículo está cargando es comprobando el indicador dentro del vehículo. Tampoco es posible saber de antemano a la hora de estacionar si el punto de recarga está por ejemplo fuera de servicio.
- La recarga en MODO 2 admite menor amperaje que la realizada en MODO 3. Esto influye directamente en el tiempo de recarga del vehículo. De hecho una recarga en la vía pública y que está sujeta a unos tiempos concretos de estacionamiento, debería realizarse lo más rápidamente posible para que de verdad sea útil. De lo contrario, la energía recargada en estos lugares puede no ser suficiente para garantizar la autonomía del vehículo.
- Los puntos de recarga de Madrid tienen un tiempo máximo de estacionamiento de 3 horas. Sin embargo no queda claro cómo se regula este límite. No existe ninguna forma de que un agente de movilidad o de policía sepa cuánto tiempo lleva un vehículo eléctrico estacionado en uno de los espacios habilitados para ello. Una posibilidad sería la del ticket de zona, sin embargo los vehículos eléctricos están exentos de esa tasa.

- Tanto los límites horarios como el hecho de que la recarga sea en MODO 2 inhabilitan la posibilidad de que la recarga sea inteligente. El vehículo comenzará a cargar en cuanto sea enchufado, sin posibilidad de que esta recarga y este tiempo dependa de la hora del día o de la demanda eléctrica. Esto podría suponer un problema en el caso de que hubiera bastantes vehículos eléctricos cargándose al mismo tiempo. Para mejorar esta situación existe un nuevo proyecto entre Atod Worldgrid, Telefónica y el ayuntamiento de Madrid para la puesta en marcha de un servicio integral de gestión de puntos de recarga de Vehículos Eléctricos, cuyo primer reto será proporcionar el software y las comunicaciones de los puntos desplegados por la ciudad.
- Sería útil incluir en el mapa de la web de movele más información acerca de cada punto de recarga. Por ejemplo, gestor de carga al que está adscrito, precio, voltaje/amperaje, modo de recarga, tipo de conector, etc... Un buen ejemplo es el mapa de los puntos de recarga de Reino Unido mostrado en la sección 9.3.

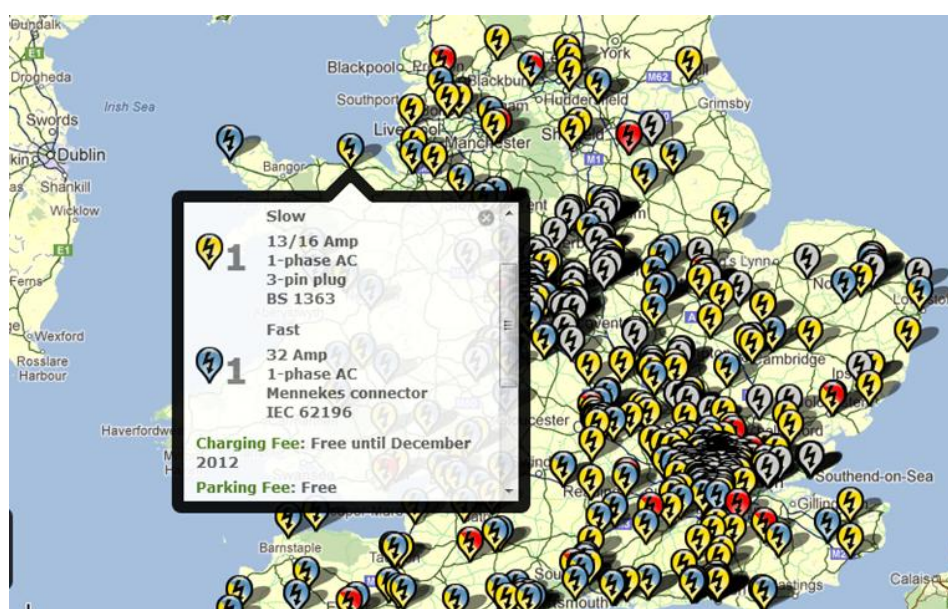


Figura 51: Parámetros mostrados e cada punto de recarga del Reino Unido

10.7 Perspectiva de futuro

Prácticamente todos los fabricante de automóviles disponen ya en sus catálogos de opciones de vehículos híbridos y eléctricos puros. De igual forma, los gobiernos de los países contienen previsiones y planes para la implantación de este tipo de tecnología en los próximos años. Por ejemplo se calcula que unos tres millones de vehículos eléctricos circularán por Europa en 2020 y existirán 4,1 millones de puntos de recarga repartidos por el continente [39]. No obstante, hasta la fecha la realidad está muy por detrás de las

predicciones como ya se mostró en el capítulo 4.2. Lo que sí es innegable es la cantidad de proyectos de I+D iniciados por todo el mundo relacionados con esta tecnología.

En cuanto a gestores de carga y puntos de recarga, ninguna de las barreras descritas en este capítulo supone un verdadero obstáculo para el desarrollo del vehículo eléctrico. De hecho puede afirmarse que actualmente hay más infraestructura de recarga que la realmente necesaria por número de vehículos. Sin embargo, a continuación se muestran a modo de resumen los principales problemas que pueden aparecer en el futuro:

- A pesar de su imagen ecológica, la recarga ineficiente de un gran volumen de vehículos eléctrico supone emisión de gases a través de las centrales energéticas que deberán aumentar su carga. Se calcula que para el 2020 hasta el 1% del total de la energía eléctrica será consumida por vehículos eléctricos [42].
- En relación con la ecología aparece también el problema de las baterías. Tanto la producción en masa como su eliminación como residuo suponen una amenaza ecológica por los materiales utilizados.
- Una producción en masa de baterías podría hacer subir el precio del Litio encareciendo aun más el precio de un vehículo eléctrico.
- En relación con el precio, la electricidad también ha subido en los últimos años de una forma imparable. Concretamente en España el precio del kWh ha subido un 69,9 % entre 2006 y 2011 [43]. El siguiente gráfico muestra la tendencia en España y en la zona Euro

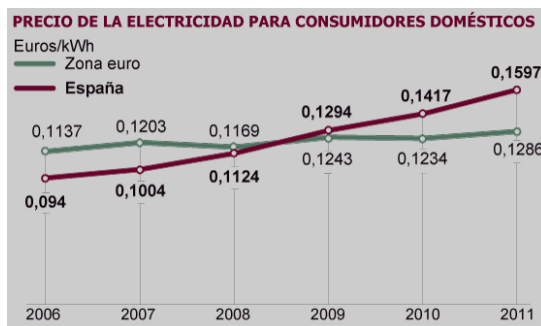


Figura 52: Evolución del precio del kWh en España y zona Euro [43]

Por el contrario, puede suponerse una mejora en el futuro en los siguientes aspectos:

- Independientemente de la subida del precio de la electricidad, el aumento del precio de los carburantes es imparable debido al agotamiento de las reservas de petróleo. La siguiente gráfica muestra el ascenso del precio de los carburantes en España [44], desde el año 2008 el precio de los carburantes se ha incrementado un 75,9%. Comparado con el precio de la electricidad, aunque también en alza, sigue siendo sustancialmente más económica.

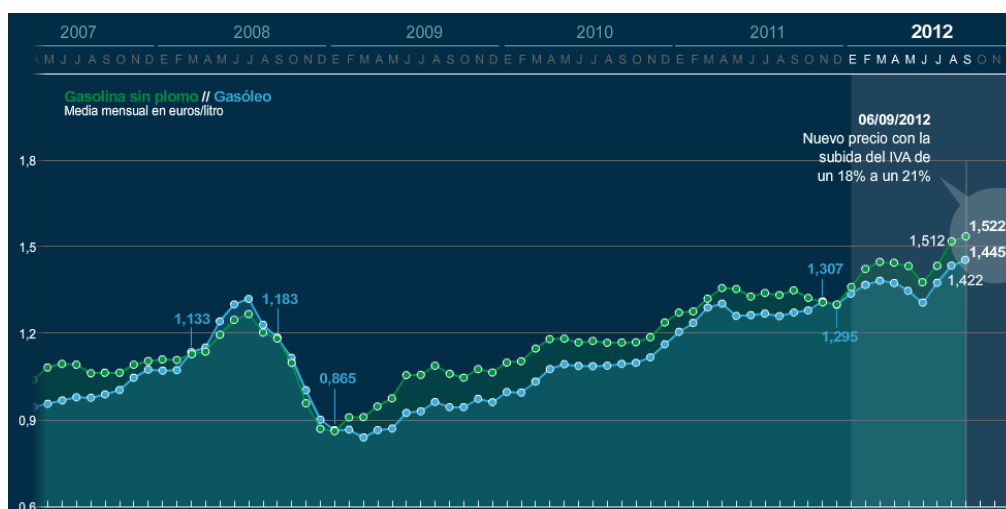


Figura 53: Evolución del precio de los carburantes en España [44]

- Además de la ventaja económica respecto los carburantes, la energía eléctrica también tiene ventajas políticas. España, y en general cualquier país, es capaz de producir su propia energía eléctrica mientras que la explotación de los recursos petrolíferos está en manos de muy pocos países. Cualquier conflicto en estas zonas puede repercutir indirectamente en todo el mercado global.
- La autonomía de las baterías será previsiblemente mucho mayor que las actuales. Existen mucha inversión en el desarrollo de nuevas baterías y según algunos estudios podrían alcanzar una autonomía de hasta 600 km en 2020.
- Los gestores de carga y puntos de recarga alcanzarán estándares tanto de calidad técnica y servicio que harán más sencillo la implantación a gran escala de esta tecnología.
- Existen numerosos proyectos relacionados con la integración de las energías renovables en este tipo tecnología (ver sección 5.3). El desarrollo de puntos de recarga renovables junto con un concepto Vehicle-to-Grid avanzado pueden hacer reducir la necesidad de centrales energéticas contaminantes y disminuir la emisión de gases a la atmósfera.

11 Abreviaturas

REE	Red Eléctrica de España
IDEA	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
CNE	Comisión Nacional de la Energía
BOE	Boletín Oficial del Estado
TUR	Tarifa Último Recurso
DH	Discriminación horaria
EV	Electric Vehicle
AC	Corriente Alterna
CC	Corriente COntinua
CEEC	Cluster de Eficiencia Energética de Cataluña
IVTM	Impuesto sobre Vehículos de Tracción Mecánica
MITYC	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio
DOE	Departmen of Energy
AEGFA	Asociación Española de Gestores de Flotas de Automóviles
SER	Servicio de Estacionamiento Regulado
IEC	International Electronical Comission
V2G	Vehicle to Grid

12 Bibliografía

- [1]. <http://www.quecocheelectrico.com/documentos/articulos/la-historia-del-coche-electrico>
- [2]. <http://www.abc.es/20110306/economia/abci-petroleo-201103060307.html>
- [3]. http://flotas.sponsorship-group.com/index.php?option=com_content&task=blogsection&id=5&Itemid=28
- [4]. <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-del-Vehiculo-Elctrico-2009-fenercom.pdf>
- [5]. <http://aedive.es/articulos-y-reportajes-2/>
- [6]. <http://webstore.iec.ch/>
- [7]. <http://www.evwind.com/2012/07/13/comienza-funcionar-la-fotolinera-para-vehiculos-electricos-de-lanzarote-la-primera-de-canarias/>
- [8]. <http://www.elmundo.es/elmundomotor/2012/09/07/conductores/1347005647.html>
- [9]. <http://www.andelsa.es/downloads/Ferrolineras.pdf>
- [10]. <http://www.rtve.es/alacarta/videos/telediario/td2-ferrolineas/1522080/>
- [11]. <http://www.betterplace.com/>
- [12]. <http://www.quecocheelectrico.com/documentos/informes/sistema-de-recarga-inalambrica-de-nissan>
- [13]. <http://www.internationaltransportforum.org/jtrc/DiscussionPapers/DP201202.pdf>
- [14]. <http://www.minetur.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/documents/estrategiaintegralveh%C3%ADculoelectrico060410.pdf>
- [15]. http://www.cnat.es/cnatweb/pdfs/Informe_2011_resumen_esp.pdf
- [16]. http://www.movele.es/uploads/documentos/documentos_Analisis_e_identificacion_de_la_informacion_a_registrar_en_el_sistema_de_recarga_para_el_vehiculo_electrico_y_de_los_procesos_TIC_asociados_v4_2_bf486c94.pdf
- [17]. <http://www.ibil.com/>
- [18]. <http://www.boe.es/boe/dias/2010/04/13/pdfs/BOE-A-2010-5879.pdf>

- [19]. http://www.cne.es/cne/doc/publicaciones/cne84_10.pdf
- [20]. https://sede.cne.gob.es/c/document_library/get_file?uuid=09d4d37e-9fe5-48fd-b213-1d54a77f875a&groupId=10136
- [21]. <http://www.iberdrola.es>
- [22]. https://sede.cne.gob.es/c/document_library/get_file?uuid=da710a0f-97eb-4457-a1c2-65b02ee1baa9&groupId=10136
- [23]. <http://www.iberdrola.es/webibd/corporativa/iberdrola?IDPAG=ESWEBRESINDI NIMOVAIB>
- [24]. <http://www.mobega.es/>
- [25]. <http://www.eonespana.com/cms/es/1298.jsp>
- [26]. <http://www.endesavehiculoelectrico.com/>
- [27]. <http://www.movele.es/index.php/mod.puntos/mem.mapa/reلمenu.20>
- [28]. http://ccaa.elpais.com/ccaa/2012/06/05/madrid/1338900015_780678.html
- [29]. http://www.evscroll.com/Electric_Vehicle_Charging_Stations.html
- [30]. <http://california.realestaterama.com/2012/01/11/first-sale-of-a-privately-owned-electric-charging-station-in-the-nation-ID01628.html>
- [31]. <http://www.chademo.com/>
- [32]. <http://www.nextgreencar.com/electric-cars/charging-points.php>
- [33]. <http://www.greencarcongress.com/2012/06/elektromotive-20120625.html>
- [34]. <http://www.plugin cars.com/ev-sales-frances-leading-world-without-french-people-involved-111557.html>
- [35]. <http://www.autolib.fr/autolib/>
- [36]. http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Movilidad_Electrica_ACC_c603f868.pdf
- [37]. http://www.ree.es/operacion/curvas_demanda.asp
- [38]. <http://www.ree.es/operacion/pdf/FolletoCocheElectrico.pdf>
- [39]. <http://www.forococheselectricos.com>

- [40]. <http://www.automobile-propre.com/2011/10/19/ev-ready-standard-recharge-voiture-electrique-europe/>
- [41]. <http://www.mapfre.com/seguros/es/particulares/soluciones/seguros-para-coches-ecologicos.shtml>
- [42]. <http://diariodepontevedra.galiciae.com/nova/104616.html>
- [43]. http://economia.elpais.com/economia/2012/06/28/actualidad/1340910349_730091.html
- [44]. <http://www.20minutos.es/graficos/evolucion-del-precio-de-los-carburantes-7/0/>
- [45]. <http://blogs.elpais.com/coche-electrico/2012/04/baterias-con-500-kilometros-de-autonomia-a-partir-de-2020.html>